Aus der Abteilung für Neurochirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. W. Driesen
der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Universität Tübingen

FEHLSTELLUNGEN DER WIRBELSÄULE NACH LAMINEKTOMIEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Andreas Paul Heinrich Frank
aus Tübingen

1978

Aus der Abteilung für Neurochirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. W. Driesen
der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Universität Tübingen

FEHLSTELLUNGEN DER WIRBELSÄULE NACH LAMINEKTOMIEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Andreas Paul Heinrich Frank
aus Tübingen

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan : Prof. Dr. H.-E. Hoffmeister

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Driesen

Herrn Professor Dr. W. Driesen danke ich herzlich für die Anregung der Arbeit, für die wertvollen Hinweise und freundliche Unterstützung, die mir bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit zuteil wurde.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523707_0034

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. KRANKENGUT	2
A. Auswahl der Patienten	2
B. Art der Tumoren	2
C. Alter der Patienten und Geschlecht	4
D. Lokalisation und Ausdehnung der Laminektomien	4
E. Postoperativer Beobachtungszeitraum	6
III. METHODIK	9
A. Operationstechnik der Laminektomie	9
B. Bau und Funktion der Wirbelsäule	9
C. Problematik der Laminektomie im Hinblick auf die Statik der Wirbelsäule	11
D. Untersuchungsmethoden	15
1. Anamnese	15
2. Klinische Untersuchung	15
3. Röntgenologische Untersuchung	18
IV. ERGEBNISSE	20
A. Subjektiv geäußerte Beschwerden	20
B. Neuromuskuläre Störungen	23
a.) Halswirbelsäule	23
b.) Brustwirbelsäule	24
c.) Lendenwirbelsäule	26
d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule	27
C. Sichtbare Veränderungen der Wirbelsäulenform und -beweglichkeit	28
a.) Halswirbelsäule	29
b.) Brustwirbelsäule	31
c.) Lendenwirbelsäule	33
d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule	34

	Seite
D. Röntgenologische Ergebnisse und Meßdaten	35
a.) Halswirbelsäule	36
Fallbeschreibung	39
b.) Brustwirbelsäule	41
c.) Lendenwirbelsäule	47
d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule	49
V. DISKUSSION	52
a.) Halswirbelsäule	52
b.) Brustwirbelsäule	57
c.) Lendenwirbelsäule	62
d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule	65
VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN	68
VII. ZUSAMMENFASSUNG	71
LITERATURVERZEICHNIS	74

I. EINLEITUNG

Seit vielen Jahren gehört die Laminektomie zu den Routine-Operationen des Neurochirurgen. Man versteht darunter den operativen Zugang zum Rückenmark, zur Bandscheibe und zum dorsalen Wirbelanteil durch Resektion des hinteren Anteiles des Wirbelbogens mit Dornfortsatz.

Die vorliegende Untersuchung will bei Patienten, welche wegen Rückenmarkstumoren operiert wurden, eine Aussage über den Zustand der Wirbelsäule nach Laminektomie machen. Es soll untersucht werden, ob in dem laminektomierten Wirbelsäulenabschnitt im Laufe der Zeit krankhafte Veränderungen auftreten.

Dazu wurden die Krankengeschichten von 32 Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1965-1972 auf der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen operiert wurden. Im Sommer und Herbst 1974 fand eine Nachuntersuchung statt. Die Nachbeobachtungszeit beträgt somit 2-9 Jahre. Es wurden von jedem Patienten Röntgenaufnahmen des laminektomierten Wirbelsäulenabschnittes in zwei Ebenen sowie Funktionsaufnahmen in maximaler Anteflexion und Retroflexion angefertigt. Diese wurden exakt vermessen und mit den präoperativen Aufnahmen verglichen. Weiterhin wurde jeder Patient neurologisch-orthopädisch untersucht.

II. KRANKENGUT

A. Auswahl der Patienten:

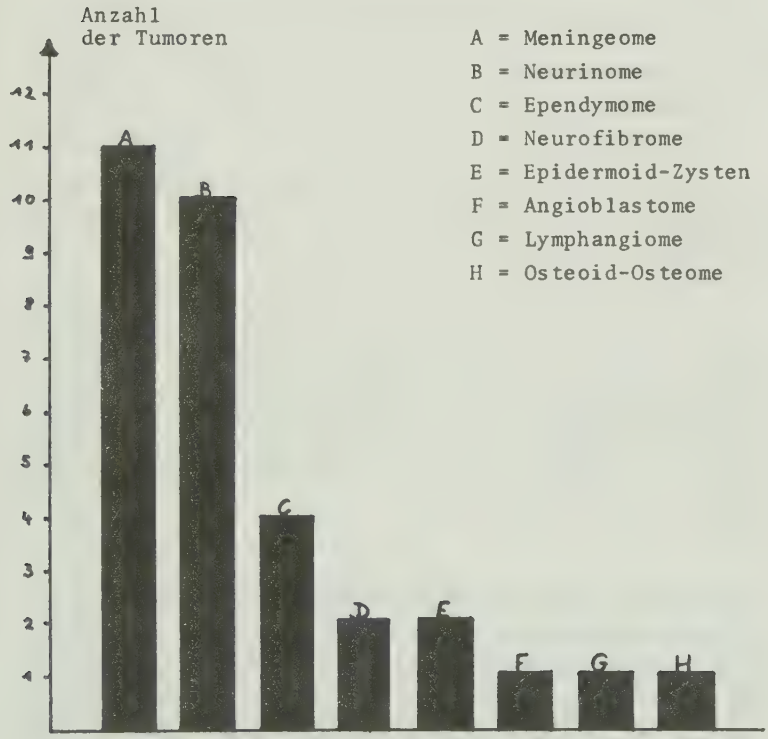
In der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen werden seit vielen Jahren Operationen zur Entfernung von Rückenmarkstumoren durchgeführt. Bei der vorliegenden Arbeit wurden Patienten, welche in den Jahren 1965-1972 operiert wurden, zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Dabei wurden nur diejenigen Patienten berücksichtigt, bei denen die Histologie der Tumoren Gutartigkeit ergab. Es kamen also von vornherein all diejenigen nicht in Frage, bei denen es sich entweder um maligne Primärtumoren oder um Metastasen handelte. Hier wäre in Anbetracht der langen Nachbeobachtungszeit und der Progredienz des Tumorleidens eine Einbestellung zu diesem Zweck nicht mehr vertretbar gewesen und nicht sinnvoll erschienen. Es konnten weiterhin diejenigen Patienten nicht berücksichtigt werden, die zum Zeitpunkt der Operation schon Querschnitts-Lähmungen hatten und wo sich postoperativ keine wesentliche Besserung eingestellt hatte. Ferner entfielen solche Patienten, die in der Zwischenzeit aus anderen Gründen verstorben waren oder den Wohnort gewechselt hatten. Schließlich sagten noch einige Patienten aus verschiedenen anderen Gründen oder persönlichem Desinteresse an der Untersuchung ab, so daß letztendlich 32 Personen zur Verfügung standen, die der Einbestellung Folge leisteten und sich nachuntersuchen ließen.

B. Art der Tumoren:

Wie schon erwähnt, wurden fast durchweg Patienten mit gutartigen Rückenmarkstumoren ausgewählt. Das Hauptkontingent stellten Meningeome (11) und Neurinome (10). Weitere Tumoren waren Ependymome (4), Neurofibrome (2), Epidermoid-Zysten (2), Lymphangiome (1), Angioblastome (1) und Osteoid-Osteome (1).

Daß auch die Art des Tumors von Bedeutung für die vorliegende Untersuchung sein kann, beweisen verschiedene Arbeiten, wonach bei bestimmten Tumoren, wie zum Beispiel Osteoid-Osteomen, schwere Kyphosen und Skoliosen aufgetreten waren (29, 34, 45).

Art und Häufigkeit der verschiedenen Tumoren:



C. Alter der Patienten und Geschlecht:

Das Alter der Patienten und somit der Wirbelsäule konnte für die vorliegende Untersuchung ebenfalls von Bedeutung sein, da man annehmen kann, daß sich Elastizität und Stabilität der Wirbelsäule im Laufe des Alterungsprozesses verändern. Die Fragestellung lautete deshalb, ob Laminektomien bei bestimmten Altersgruppen Wirbelsäulenveränderungen bevorzugt auftreten lassen oder nicht.

Untersuchungen in dieser Richtung ergaben zum Beispiel bei Kindern und Jugendlichen, also während des Wachstums, deutliche Fehlstellungen im laminektomierten Wirbelsäulenabschnitt (15, 31, 51).

Bei unserem Patientengut handelte es sich ausschließlich um erwachsene Personen zwischen 24 und 76 Jahren. Die 32 Patienten ließen sich in 3 etwa gleich starke Altersgruppen einteilen, nämlich bis 45 Jahre, von 46 - 60 Jahre und über 60 Jahre.

Das Geschlechtsverhältnis unserer Patienten betrug männlich zu weiblich 1 : 1. Es interessierte hier die Frage, inwiefern geschlechtsspezifische Faktoren, wie zum Beispiel eine größere Elastizität des weiblichen Bindegewebes, die Wirbelsäule nach einer Laminektomie beeinflussen würden.

D. Lokalisation und Ausdehnung der Laminektomien:

Da sich die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte anatomisch nicht unwesentlich voneinander unterscheiden und deshalb auch unterschiedliche Reaktionen auf operative Eingriffe erwarten lassen, mußten Höhe und Ausdehnung der Laminektomien ebenfalls Berücksichtigung finden.

Die menschliche Wirbelsäule hat mit dem Erwerb eines aufrechten Ganges die für sie spezifischen Krümmungen, wie Halslordose, Brustkyphose und Lendenlordose mit individuell unterschiedlichen Ausprägungen entwickelt. Während der

Wachstumsphase des Skelettsystems bilden sich unter zunehmendem Körpergewicht einerseits und durch Reiz von Bauch- und Rückenmuskulatur mit einsetzendem Zug andererseits diese spezifischen Krümmungen aus. Dabei ist in der endgültigen Form der Wirbelsäule dann ein in sich ausgewogenes System dieser Krümmungen und Gegenkrümmungen zu sehen.

Cervicale und lumbale Lordosierung sowie die thorakale Kyphosierung wirken gleichsam wie kombinierte elastische Federn. Alle massiven Abweichungen von diesen, der Funktion angepaßten Biegungen der Wirbelsäule sind offensichtlich mechanisch unzweckmäßig und führen zu einer vermehrten und ungünstigen funktionellen Beanspruchung (52).

Auch in der Morphologie der einzelnen Wirbelkörper unterscheiden sich die 3 Wirbelsäulenabschnitte. So werden diese von oben nach unten mit Zunahme der auf ihnen ruhenden Körperlast allmählich massiger. Ebenso erkennt man auch eine Größenzunahme der Dornfortsätze in caudaler Richtung mit besonders kräftigem Bau im Bereich der Lendenwirbelsäule. Die Dornfortsätze der Brustwirbelsäule legen sich gewissermaßen dachziegelartig übereinander, während sie an der übrigen Wirbelsäule mehr oder weniger waagerecht nach dorsal abstehen. Weitere Unterschiede erkennt man auch bei den Gelenkfortsätzen, welche in den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten deutlich differieren.

Die unterschiedliche Beweglichkeit kann zum großen Teil als Folge dieser morphologischen Unterschiede angesehen werden. Die größten Bewegungsmöglichkeiten weist die Halswirbelsäule auf, eine Tatsache, welche nach vorausgegangener Laminektomie unter Umständen zu vermehrten Fehlstellungen oder anderen Veränderungen führen könnte. Ebenfalls viel Bewegungsfreiheit besitzt die Lendenwirbelsäule, wohingegen die Brustwirbelsäule durch den stabilisierenden Verband des Rippenthorax in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt wird. Letztere scheint dadurch zusätzlich gesichert zu sein und läßt nach einer Laminektomie weniger Folgeschäden erwarten.

Die Übergangsregionen der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte, also Hals-Brustwirbelsäule und Brust-Lendenwirbelsäule, sind nicht weniger interessant, da hier sich entgegengerichtete Krümmungen treffen und die Umsetzung der Körperlast auf den caudalen, entgegengesetzten Wirbelsäulenbogen problematisch werden kann, so daß hier die Gefahr von auftretenden Fehlstellungen besonders groß erscheint. Aus diesem Grunde wurden zu den 3 üblichen Gruppen, Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule, eine 4. Gruppe mit Übergang Brust-Lendenwirbelsäule hinzugenommen und für sich untersucht. Natürlich hätte auch der Übergang Hals- Brustwirbelsäule interessiert, zufälligerweise fand sich bei unseren Patienten jedoch kein einziger mit einer Laminektomie in diesem Bereich.

E. Postoperativer Beobachtungszeitraum:

Der postoperative Beobachtungszeitraum, das heißt die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung, betrug 2 - 9 Jahre. Aus technischen und zeitlichen Gründen konnte bei jedem Patienten jeweils nur 1 Nachuntersuchung stattfinden. Es interessierte die Frage, inwiefern das Alter der Laminektomie Entstehung, beziehungsweise Verlauf oder Progredienz der möglichen Wirbelsäulenveränderungen beeinflussen würde. So ist beispielsweise ein Fall bekannt, wo es 25 Jahre nach Entfernung eines Meningeoms des Halsmarks zu schweren Verkrümmungen des laminektomierten Abschnittes gekommen war (2).

Weiterhin ist bekannt, daß Skoliosen auch noch bei Erwachsenen entstehen können und bestehende sich verschlechtern können. Bei einer größeren Untersuchung wurden durchschnittliche jährliche Zunahmen bei thorakalen Verbiegungen von $0{,}65^{o}$, bei thorakolumbalen von $0{,}84^{o}$ und bei lumbalen von $0{,}5^{o}$ festgestellt (40).

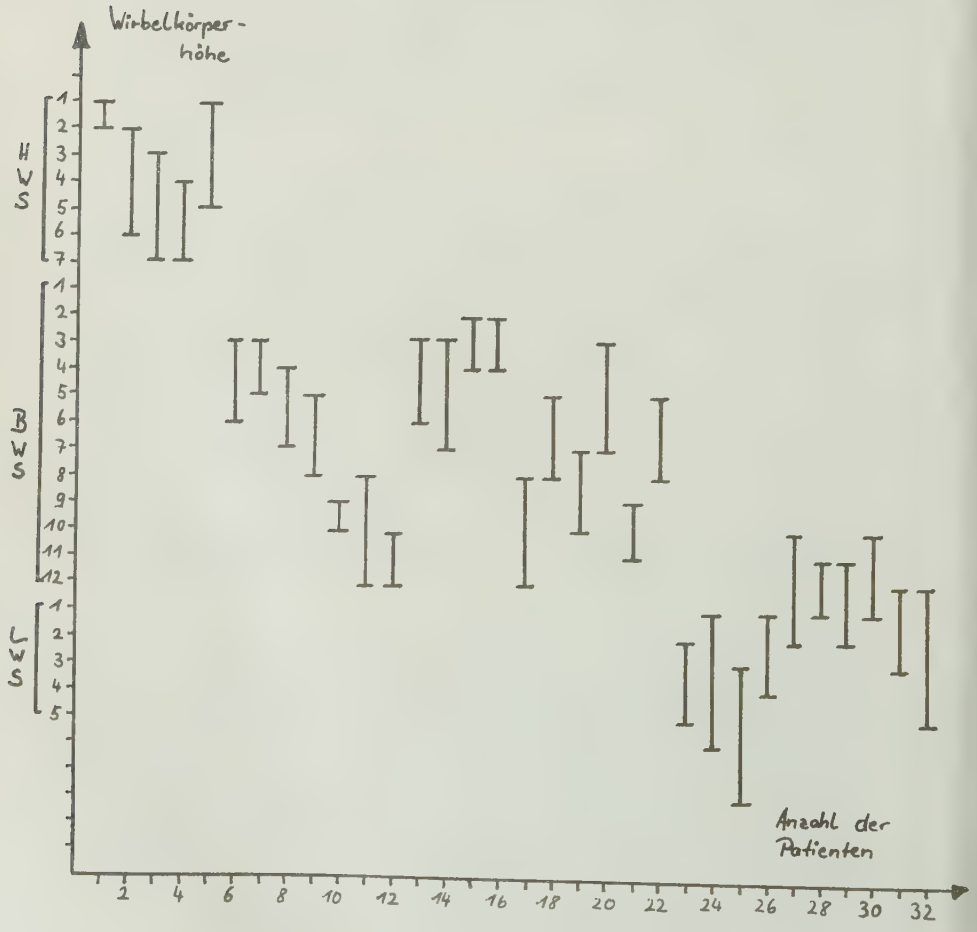
Auch von anderen Autoren konnte in einer Langzeitstudie an 215 Patienten mit idiopathischer Thorakalskoliose eine langsame und stetige Progredienz nach Wachstumsabschluß gefunden werden (12).

Verständlicherweise kann jedoch gerade bei einer einmaligen Untersuchung, wie in unserem Fall, über Entstehung und Verlauf von Fehlstellungen nur eine vage Aussage gemacht werden.

Verteilung der Laminektomien auf die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte:

	HWS	BWS	LWS	BWS-LWS
Anzahl der Laminektomien	5	17	4	6

Lokalisation und Ausdehnung der Laminektomien:



III. METHODIK

A. Operationstechnik der Laminektomie:

Um einen Zugang zum Rückenmark zu bekommen, werden nach einem Hautschnitt in der dorsalen Medianlinie bis auf die Dornfortsätze, die später entfernt werden sollen, Faszie und Muskelansätze vorsichtig abgetrennt. Die Dornfortsätze werden abgeknipst und mit den interspinalen Ligamenten entfernt. Anschließend werden die Reste der stehengebliebenen Wirbelbögen entfernt, ebenso die kräftigen Bandmassen zwischen den Wirbelbögen.

Die Laminektomie stellt die einzige Operation dar, mit der größere und kleinere Abschnitte des Rückenmarks übersichtlich freigelegt werden können. Nach Jaeger (1959) kann die Operation unbedenklich nach oben und unten erweitert werden und hinterläßt selbst nach Fortnahme mehrerer Wirbelbögen und Dornfortsätze keine statische Insuffizienz. Die sich nach der Operation bildende Narbe sei durchaus geeignet, die Stabilität der Wirbelsäule wieder zu garantieren und für einen Ausgleich gegenüber den unter elastischer Spannung stehenden Gallertkernen der Zwischenwirbelscheiben zu sorgen.

B. Bau und Funktion der Wirbelsäule:

Die Wirbelsäule ist ein gegliederter Stab, dessen Bauelemente die Wirbel darstellen. Die S-förmige Krümmung, charakterisiert durch Halslordose, Brustkyphose und Lendenlordose, entwickelt sich erst nach der Geburt im Zusammenhang mit dem aufrechten Gang. Diese S-Form ist funktionell gesehen offenbar die optimale Voraussetzung für die dynamische Beanspruchung (52).

Geringe seitliche Verbiegungen kommen bei jedem Menschen vor und ergeben sich zum Beispiel durch ungleiche Beinlängen.

Funktionell sind vor allem zwei Bauelemente zu unterscheiden, die Wirbelkörper und die Wirbelgelenke. Die ersteren haben eine vorwiegend statische, die letzteren eine mehr dynamische Funktion für die Beweglichkeit des Rumpfes. Die Wirbelgelenke bestimmen Form und Richtung einer Bewegung, die Wirbelkörper mit ihren Zwischenwirbelscheiben dagegen das Bewegungsausmaß (44).

Die Endflächen benachbarter Wirbelkörper werden durch die aus einem faserigen Ring, dem Anulus fibrosus, und einem weichen zentralen Gallertkern, dem Nucleus pulposus, bestehenden Zwischenwirbelscheiben miteinander verbunden. Man kann diese mit Wasserkissen vergleichen, die den Druck gleichmäßig verteilen und eine Biegung nach allen Richtungen ermöglichen.

Von weiterer großer Bedeutung für die Beweglichkeit der Wirbelsäule ist das die einzelnen Wirbel in vielfältiger Weise verbindende System der Ligamente. Besonders hervorzuheben sind hier das Ligamentum longitudinale anterius und posterius. Diese Bandmassen, die sowohl ventral und lateral, wie auch dorsal über Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben hinwegziehen, verstärken die Festigkeit der Disci intervertebrales und halten sie in ihrer Stellung fest. An weiteren Bändern wären zu nennen die Ligamenta intertransversaria, interspinalia, das Ligamentum supraspinale, das Ligamentum nuchae am Hals und vor allem die Ligamenta flava. Diese letzteren gelben Bänder bestehen aus elastischen Fasern und verbinden die Bogen benachbarter Wirbel miteinander (54).

Das Ligamentum flavum besitzt außerordentlich starke, elastische Kräfte und spielt für die gesamte Eigenhaltung der Wirbelsäule eine ausschlaggebende Rolle. Durch es werden die Bogen der Wirbel einander genähert und geben daher ein Gegengewicht für die vorwärtsbeugenden Schwerkräfte, welche den Druck auf die Wirbelkörper bedingen. Fehlt die Verbindung zwischen den Bogenteilen der Wirbel, ist die

Funktion der gelben Bänder aufgehoben, wie nach einer Laminektomie, dann werden sich die auf die Wirbelkörper drückenden, vorwärtsbeugenden Kräfte ungehemmt auswirken können und zu einer zunehmenden Kyphosehaltung führen (21).

C. Problematik der Laminektomie im Hinblick auf die Statik der Wirbelsäule:

Wie schon angedeutet ist eine regelrechte Funktion der Wirbelsäule auf ein harmonisches Zusammenspiel ossärer, ligamentärer und muskulärer Faktoren angewiesen.

Nach Auffassung von Kelly (1968) können die Wirbelkörperreihe mit ihren Zwischenwirbelscheiben auf der einen Seite, das knöcherne Rohr der Bogen und Dornfortsätze auf der anderen Seite, als die beiden tragenden Säulen des Achsenorgans angesehen werden.

Parsch (1974) führt weiter aus, daß nach einer Laminektomie die Stabilität dieser hinteren Säule, bestehend aus Wirbelbogen, Dornfortsätzen und Bändern, außerordentlich gefährdet ist, so daß ein Kollaps droht.

Ähnlich äußert sich Rettig (1974), der feststellt, daß Wirbelkörper- und Wirbelbogenreihe als untereinander verbundenes Zweisäulensystem schon durch eine geringe Höhendifferenz einer der beiden Trägersäulen eine Überforderung der anderen erwarten lassen.

Die Bedeutung der hinteren Säule sowie des Bandapparates erkennt auch Gold (1933). Er führt aus, daß Fehlstellungen nach Laminektomien immer an Übergängen zwischen einem durch Rippen und Brustbein geschienten starren und einem beweglichen, nur durch Bänder und Muskeln fixierten Abschnitt der Wirbelsäule, also Hals- und Lendenwirbelsäule, zum Tragen kommen, und es zur Abknickung mit Rückwärtsverschiebung des kranialen Wirbelsäulenanteiles kommt. Die Ursache dieser Abknickung, die an eine Luxation nach hinten erinnere, beruhe auf der operativen Wegnahme von Dorn-

fortsätzen und Wirbelbogen, vor allem aber des diese Teile verbindenden Bandapparates, der Ligamenta supra- und interspinalia und Ligamenta flava.

So überrascht es zu hören, daß Braun berichtet, die Stabilität der Halswirbelsäule würde bei Patienten mit ausgedehnten Laminektomien in keinster Weise beeinträchtigt.

Auch Kirschner (1935) schreibt, daß die Fortnahme von 3-4 Wirbelbogen und Dornfortsätzen die Festigkeit, Trag- und Bewegungsfähigkeit der Wirbelsäule nicht schädige, ganz gleich, an welchem Abschnitt der Wirbelsäule der Eingriff ausgeführt würde. Wenn sehr zahlreiche (6-10) Wirbelbogen fortgenommen würden, neige die Wirbelsäule allerdings dazu, sich im Bereich des Operationsgebietes im Bogen nach hinten auszubiegen und eine postoperative Kyphose zu bilden.

In einer anderen Arbeit wurde nach Laminektomien der Halswirbelsäule eine zunehmende Beweglichkeit festgestellt, die zu Instabilitäten führt. Subluxationen der Halswirbelsäule traten schon kurz nach der Operation, aber auch erst nach 25 Jahren auf, zum Teil mit ernsthaften neurologischen Folgeschäden (3).

Schließlich berichtete James (1976) über schwere Kyphosen nach Laminektomien, welche sogar Paraplegien nach sich zogen.

Die Bedeutung des Bandapparates, insbesondere des Ligamentum cervicale posterius an der Halswirbelsäule, erkannte schon Leriche (1928), der über eine Abknickung am Übergang zwischen Hals- und Brustwirbelsäule berichtete, welche nach Laminektomie wegen eines Rückenmarktumors auftraten. Es kam zu einem Abgleiten der gesamten Halswirbelsäule an dieser Stelle ohne Verschiebung der Wirbel gegeneinander. Er hob die Bedeutung der Unversehrtheit des dorsalen Bandapparates für die Aufrechterhaltung der normalen Wirbelsäulengestalt hervor.

Der Zustand der Bandscheiben soll nach Laminektomien ebenfalls Einfluß auf die Wirbelsäulenstatik haben. Zwar sollen bei zuvor gesunden Bandscheiben die Auswirkungen der Laminektomie gering sein und wenig Einfluß auf die Stabilität besitzen, wenn jedoch präoperativ schon geringe Instabilitäten vorhanden seien, könnte die Laminektomie genügen, diese zu vergrößern und ernsthafte Beschwerden verursachen. Sonst habe die Laminektomie jedoch keine schädliche Auswirkung auf die Wirbelsäulenbeweglichkeit (37).

Kyphosen im Alter entstehen nach Junghanns (1968) durch Zermürbung des vorderen Teiles des Randleistenfaserrings. Es kommt zur Höhenverminderung in den vorderen Teilen des Zwischenwirbelraumes, zu Druck und Reibung der vorderen Kanten der übereinanderliegenden Wirbelkörper mit Sklerosierung und schließlich zur Verknöcherung. Durch Fortnahme des dorsalen Bandapparates und dadurch bedingter Kyphosierung müßte dieser Prozess verstärkt werden.

Von hervorragender Bedeutung für Form und Funktion der Wirbelsäule ist auch ihr muskulärer Halteapparat. Die langen Rückenstrecker der paravertebralen Muskulatur, in Verbindung mit der Bauchmuskulatur und den Musculi iliopsoas und glutaeus, stellen die maßgebliche Zuggurtung der Wirbelsäule dar. Diese wird von ihnen in jeder Bewegungsstellung kontrolliert. Nur ein harmonisches Zusammenspiel beider Seiten und ein gesunder muskulärer Halteapparat läßt eine ausgewogene Wirbelsäulenfunktion erwarten.

So wird zum Beispiel der haltungsschwache Rundrücken auf eine Insuffizienz des bindegewebigen und muskulären Halteapparats der Wirbelsäule zurückgeführt (18).

Diese Rückenmuskulatur steht praktisch bis auf die Zeit des Schlafes unter einem mehr oder weniger starken Muskeltonus. Nimmt dieser zu, zum Beispiel durch Schmerz reflektorisch ausgelöst, so kann es zur Aufhebung oder Verstärkung der Krümmungsverhältnisse kommen, bei einseitigem

Hartspann zur Skoliosebildung, die meist von hartnäckigen Schmerzen begleitet wird. In gleicher Weise müssen sich natürlich auch Lähmungen, ein- oder doppelseitig, auswirken, da dann andere Muskelgruppen überwiegen. Eine beidseitige schlaffe Lähmung der langen Rückenstrecker verursacht ein funktionelles Übergewicht der Brust- und Bauchmuskeln mit einer muskulären Verkrümmung der Wirbelsäule nach vorn.

Die Tatsache, daß sich die Wirbelsäulenmuskulatur täglich und stündlich in einem Arbeitszustand befindet, soll sich im Laufe eines Lebens durch Ermüdung derselben ungünstig auf die Aufrechterhaltung normaler Krümmungsverhältnisse auswirken (28).

Daß das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Laminektomie für das spätere Auftreten von Wirbelsäulenveränderungen ebenfalls von Wichtigkeit sein kann, wurde zumindest für Kinder und Jugendliche bewiesen (15, 31, 51).

Tachdjian et al. (1965) berichten sogar über 115 Kinder mit Laminektomien, bei denen postoperativ Skoliosen in 31 % und Kyphosen in 26 % der Fälle aufgetreten waren.

Aber gerade auch bei älteren Menschen könnte nach Laminektomien vermehrt mit Folgeerscheinungen gerechnet werden. Spröde Zwischenwirbelscheiben und Ligamente, osteoporotische Wirbelkörper und eine im Alter erschlaffte paravertebrale Muskulatur lassen es zumindest möglich erscheinen.

Schließlich soll als letzter Faktor noch das Körpergewicht erwähnt werden, welches einer laminektomierten Wirbelsäule unter Umständen ebenfalls vermehrt Schaden zufügen kann. So fand zum Beispiel Raue (1975), daß bei Übergewichtigen vermehrt Hyperlordosierungen aufgetreten waren.

All diese Faktoren müssen bei der Genese einer Instabilität, Fehlstatik oder Fehlstellung der Wirbelsäule nach Laminektomie deshalb mitdiskutiert werden.

D. Untersuchungsmethoden:

Die eigentliche Nachuntersuchung der Patienten gliederte sich in 3 Hauptteile:

1. Anamnese
2. Klinische Untersuchung
3. Röntgenologische Untersuchung

1. Anamnese:

Sämtliche Patienten wurden zu Beginn der Untersuchung einer eingehenden Befragung unterzogen. Hierbei wurde hauptsächlich auf die Beantwortung folgender Fragen Wert gelegt:

Bestehen zur Zeit von Seiten der Wirbelsäule Beschwerden, wie zum Beispiel Rückenschmerzen?
Wenn ja, wann und unter welchen Umständen?
Treten die Schmerzen abends nach getaner Arbeit, bei längerem Liegen oder bei bestimmten Bewegungen auf?
Bestehen neurologische Störungen, wie Lähmungen, Schwächegefühle oder Sensibilitätsstörungen?
Bestehen Miktions-, Defäkations- oder Potenzstörungen?

Wenn Beschwerden dieser Art hervorgebracht wurden, so wurde weiter ermittelt, ob diese seit der Operation unverändert geblieben waren, oder ob im Laufe der Zeit eine Verschlechterung eingetreten war.

2. Klinische Untersuchung:

Zuerst wurde am völlig unbekleidet dastehenden Patienten eine vorläufige Zuordnung zum Rückentyp, man teilt ein in Normal-, Hohl-, Rund- und Flachrücken, getroffen. Dann wurde gezielt nach Kyphosen, Skoliosen, Gibbusbildungen, Rippenbuckeln und Lendenwülsten, nach Becken- und Schulterschiefstand gesucht. Anschließend wurden die verschiedenen Wirbelsäulenfunktionen geprüft. Nach einer Gangbe-

trachtung des Patienten sowie des Zehenspitzen- und Fersenstandes wurden die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte auf ihre Beweglichkeit untersucht.

Die Funktion der Halswirbelsäule wird geprüft, indem man das Kinn sich dem Sternum nähern läßt. Unter normalen Voraussetzungen berühren sich diese. In Streckstellung darf sich die Gesichtstangente der Waagrechten nähern, die Augenachse verläuft dann parallel zur Körperachse. Bei Drehung muß der Kopf parallel zum Schultergürtel stehen, der Neigungswinkel sollte 45^{o} betragen.

Überhänge werden gemessen, indem man die Länge der Strecke bestimmt, um die ein vom Dornfortsatz des 7. Halswirbelkörpers herabhängendes Lot in Höhe der Rima ani von der Mittellinie abweicht (16).

Bei der Bewegungsprüfung der Brust- und Lendenwirbelsäule sollte bei Vorwärtsbeugung auf den Verlauf der Dornfortsätze geachtet werden. Die Patienten mußten sich dann maximal nach vorn und hinten sowie seitwärts nach rechts und links neigen, damit die Bewegungsfähigkeit beurteilt werden konnte.

Mit dem Meßverfahren nach Schober kann ein objektiv vergleichbares Ausmaß der Wirbelsäulenbewegungsfähigkeit ermittelt werden. Beim sogenannten kleinen Schober-Index wird die Bewegungsfähigkeit der Lendenwirbelsäule ermittelt. Man geht technisch so vor, daß die Abstandsvermehrung zweier markierter Dornfortsätze über dem Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Übergang unter maximaler Hyperextension und Hyperflexion mit einer Meßstrecke von 10 cm bei Normalstellung verglichen wird. Normalerweise beträgt die Bewegungsfähigkeit der Lendenwirbelsäule zwischen 9 cm und 15 cm.

Das Bewegungsausmaß der Brustwirbelsäule wird in Anlehnung dazu mit dem großen Schober-Index ermittelt, indem man vom Dornfortsatz C_7 eine Strecke von 30 cm nach caudal abmißt.

Normalerweise darf unter maximaler Anteflexion eine Verlängerung von 5 cm erwartet werden. Etwas ungenau in seiner Aussagekraft und vielen Fehlermöglichkeiten unterworfen ist die Messung des Finger-Boden-Abstandes, da hier sowohl Bewegungsmomente der Brust- als auch der Lendenwirbelsäule und der Iliosacralgelenke enthalten sind, und Rumpf-, Arm- und Beinlängen auch eine Rolle spielen.

Die Drehfähigkeit der Wirbelsäule wurde am sitzenden Patienten geprüft, diese ist im Falle einer statischen Seitabweichung, wie einer Skoliose, einseitig eingeschränkt.

Es folgte eine Untersuchung in Rückenlage. Dabei mußte der Patient ohne Zuhilfenahme der Arme den Oberkörper aus der Horizontalen aufrichten. Dies ist bei bestimmten skelettomuskulären Veränderungen nicht oder nur in beschränktem Maße möglich.

Bei der Untersuchung in Bauchlage wurde vor allem durch Betasten der paravertebralen Muskulatur der Spannungszustand der langen Rückenstrecker ermittelt. Verspannungen am Stehenden haben weniger Aussagekraft als der gleiche Befund bei entlastender Bauchlagerung.

Schließlich wurde noch ein Neurostatus erhoben,und es wurden Umfangmessungen der Extremitäten durchgeführt, um auch geringgradige Muskelatrophien erkennen zu können. Hierzu wurden die Armumfänge 10 cm ober- und unterhalb des Olecranon sowie die Beinumfänge 15 cm ober- und unterhalb des Kniegelenkspaltes gemessen und mit den Werten der anderen Seite verglichen.

Der Wert dieser klinischen Untersuchung wird jedoch durch die Tatsache gemindert, als die hier gewonnenen Befunde und Meßdaten keinen präoperativen Vergleichswerten gegenübergestellt werden konnten, da vor der Operation eine in dieser Richtung gezielte Untersuchung nicht erfolgt war.

3. Röntgenologische Untersuchung:

Von jedem Patienten existierten präoperative Wirbelsäulenaufnahmen in 2 Ebenen, welche für vergleichende Messungen benutzt wurden. Bei der Nachuntersuchung wurden nochmals Röntgenaufnahmen des laminektomierten Abschnittes im anterior-posterioren und seitlichen Strahlengang angefertigt, exakt vermessen und den präoperativen Werten gegenübergestellt. Weiterhin wurden Funktionsaufnahmen der laminektomierten Zone geschossen, und da keine präoperativen Äquivalente vorhanden waren, wurden diese mit bekannten Normwerten verglichen. Auf zusätzliche Schrägaufnahmen mußte wegen einer weiteren Strahlenbelastung der Patienten verzichtet werden.

Folgende Kriterien wurden mit Hilfe der röntgenologischen Messungen beurteilt:

- Kyphose- und Skoliosewinkel
- Funktionswinkel
- Wirbelkörperhöhen
- Zwischenwirbelräume
- weitere morphologische Veränderungen

Kyphose- und Skoliosewinkel

In Anlehnung an die von Cobb (1948) beschriebene Methode wurden Kyphose- und Skoliosewinkel ermittelt. An die obere Deckplatte des höchsten laminektomierten Wirbelkörpers sowie an die untere des letzten laminektomierten Wirbelkörpers wurden Tangenten errichtet. Der von den auf die Tangenten errichteten Senkrechten eingeschlossene Winkel wurde gemessen. Diese Kyphose- und Skoliosewinkel des laminektomierten Wirbelsäulenabschnittes wurden den entsprechenden präoperativ gemessenen Winkeln gegenübergestellt.

Funktionswinkel

Diese wurden im seitlichen Strahlengang in maximaler Ante- und Retroflexion für den jeweiligen Abschnitt ermittelt. Aus den beiden Winkeln wurde dann durch Addition ein Gesamtwinkel berechnet, dieser kennzeichnet die totale Beweglichkeit des laminektomierten Wirbelsäulenabschnitts in der sagittalen Ebene. Da entsprechende präoperative Werte fehlten, wurden diese den in großen Studien ermittelten Normwerten (4, 8, 14) gegenübergestellt.

Wirbelkörperhöhen:

Im seitlichen Strahlengang dargestellte Wirbelkörperhöhen wurden dorsal und ventral gemessen und mit den präoperativen Werten verglichen, ob Deckplatteneinbrüche eventuell zu Höhenverlusten geführt hatten.

Zwischenwirbelräume:

Prä- und postoperativ gemessene Höhen der Zwischenwirbelräume geben Auskunft über mögliche Veränderungen der Zwischenwirbelscheiben. Diese wirken wie Wasserkissen und sollen für eine gleichmäßige Gewichtsverteilung sorgen. Aufgrund einer Fehlstatik oder Instabilität kann es nun zu Deformierungen des Diskus kommen, weiter zu Zermürbung des Faserringes, seitlichen Einrissen und einer allgemeinen Turgorabnahme und so zu einer Verkleinerung des Zwischenwirbelraumes.

Weitere morphologische Veränderungen:

Hier sollen vor allem reaktive Spondylophytenbildungen Erwähnung finden, welche aufgrund von Fehlbelastungen und Verschleißerscheinungen an den Zwischenwirbelscheiben entstehen und zwar immer auf der Seite eines vermehrten Druckes. Man erkennt das zum Beispiel deutlich an der Konkavseite einer Skoliose. Sollten solche Spondylophyten nach der Operation neu aufgetreten sein, so wäre das als Zeichen einer Fehlstatik oder Instabilität infolge Laminektomie zu werten.

IV. ERGEBNISSE

A. Subjektiv geäußerte Beschwerden:

Die Befragung der Patienten über zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorhandene Beschwerden und Art der Beschwerden, welche mit der Tumorerkrankung, der Operation oder dem postoperativen Verlauf in Zusammenhang gesehen werden konnten, ergab folgendes Bild:

Von den 32 Patienten wurden folgende Angaben gemacht:

- Völlige Beschwerdefreiheit seit der Operation: 2 Patienten
- Beschwerden seit der Operation unverändert: 25 "
- Beschwerden neu aufgetreten oder verschlechtert 5 "

Die geäußerten Beschwerden waren zum Teil sehr komplexer Natur und nicht mit völliger Sicherheit der Operation, beziehungsweise der Laminektomie anzulasten. Es wurde über Schmerzen verschiedenster Art, über neurologische Störungen wie Lähmungen, Schwächegefühle der Extremitäten, Kribbeln und ähnliche Symptome berichtet. In einigen Fällen kamen noch Miktions- und Defäkationsstörungen hinzu. Bei den meisten Patienten war es nach eigenen Aussagen zu keiner Veränderung des Zustandsbildes gekommen, diese 25 Patienten hatten ihre Schäden und neurologischen Störungen schon prä- oder intraoperativ bekommen und hatten im Laufe der postoperativen Nachbeobachtungszeit keine Progredienz gezeigt.

Von den 5 folgenden Patienten wurde jedoch über eine Zunahme der Beschwerden geklagt:

- eine Patientin mit einer Laminektomie der Halswirbelsäule klagte über seit einem 3/4 Jahr zunehmende Mißempfindungen und Kraftlosigkeit in den Beinen.

- eine Patientin mit einer Laminektomie der oberen Brustwirbelsäule berichtete über ein zunehmendes Pelzigkeitsgefühl im Bein.

- eine Patientin mit einer Laminektomie der oberen Brustwirbelsäule klagte über zunehmende Ischialgien und Rückenschmerzen seit einiger Zeit.
- eine weitere Patientin mit einer Laminektomie der Brustwirbelsäule gab seit einigen Wochen zunehmende Ischialgien und Schmerzen beim Husten, Treppensteigen und längerem Liegen im Bereich der Laminektomie an.
- ein Patient mit einer Laminektomie der Lendenwirbelsäule klagte über zunehmende Kreuzschmerzen im Operationsgebiet bei Seitneigung und längerem Stehen sowie Zuckungen im Bein.

Es fällt auf, daß hier in 4 von 5 Fällen von Frauen über neu aufgetretene Beschwerden geklagt wurde, es darf jedoch angenommen werden, daß diese sehr subjektiv geschildert wurden und durchaus nicht mit der Laminektomie in Zusammenhang gesehen werden müssen.

Art der Beschwerden:

Kreuzschmerzen:	23 Patienten klagten über Kreuzschmerzen, beziehungsweise über Schmerzen im Operationsgebiet. Meist handelte es sich um dumpfe Schmerzen, die überwiegend am Abend oder nach körperlicher Betätigung auftraten, also Belastungsschmerzen. Bei einigen handelte es sich um Bewegungsschmerzen, welche bei ganz bestimmten Wirbelsäulenstellungen wie Bücken oder Seitneigung auftraten.
Ischialgien- und Schulter-Arm-Schmerzen:	15 Patienten berichteten über Beschwerden dieser Art, wobei sie meist ebenfalls nach längerem Stehen oder täglicher Belastung auftraten.

Motorische Störungen: 11 Patienten berichteten über muskuläre Störungen. Davon gaben 5 Patienten Schwächegefühle- oder -zustände im Bereich der unteren Extremitäten an, die übrigen klagten über schwerere Bewegungseinschränkungen infolge muskulärer Ausfälle.

Sensibilitätsstörungen: 24 Patienten erwähnten Mißempfindungen im Bereich der Extremitäten wie Kribbeln, Pelzigkeitsgefühl, Überempfindlichkeiten und vermindertes Schmerzempfinden.

Miktions- und Defäkationsstörungen: Bei 5 Patienten mit Laminektomien im Bereich der Lendenwirbelsäule kam es zu diesen Störungen. Ein weiterer Patient klagte über eine gestörte Sexualfunktion und Sensibilitätsstörungen am Genitale sowie über Störungen der Stuhlverhaltung.

B. Neuromuskuläre Störungen:

a.) Halswirbelsäule:

Neuromuskuläre Veränderungen nach Laminektomien der Halswirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Sensibilitätsstörungen	Reflexveränderungen	Paresen
C_{1-2}	70 J.	männl.	-	1.)$_+$	2.)$_+$
C_{3-7}	59 J.	männl.	3.)$_+$	-	-
C_{4-7}	47 J.	männl.	-	-	-
C_{2-6}	24 J.	männl.	4.)$_+$	-	-
C_{1-5}	44 J.	weibl.	5.)$_+$	6.)$_+$	7.)$_+$

1.) Gesteigerte Patellar- und Achillessehnenreflexe rechts, Babinski-Reflex positiv.

2.) Lähmung und Atrophie der rechten Schulterblattmuskulatur, Abduktion des rechten Armes nur bis 80° möglich.

3.) Handschuhförmige Parästhesien der rechten Hand.

4.) Bei Hyperextension der Halswirbelsäule Parästhesien in beiden Händen.

5.) Strumpfförmige Parästhesien beider Beine mit Vasomotorenstörung.

6.) Spastik beider Beine, Babinski-Reflex rechts positiv.

7.) Infolge extremer Adipositas konnten Paresen oder Reflexstörungen nicht mit letzter Sicherheit verifiziert werden.

b.) Brustwirbelsäule:

Neuromuskuläre Veränderungen nach Laminektomien der Brustwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Sensibilitätsstörungen	Reflexveränderungen	Paresen
Th_{3-6}	43 J.	männl.	1.)$_+$	2.)$_+$	3.)$_+$
Th_{4-7}	75 J.	männl.	4.)$_+$	5.)$_+$	6.)$_+$
Th_{5-8}	32 J.	männl.	-	-	-
Th_{9-10}	76 J.	männl.	-	-	-
Th_{8-12}	63 J.	männl.	7.)$_+$	8.)$_+$	9.)$_+$
Th_{10-12}	49 J.	männl.	10.)$_+$	11.)$_+$	12.)$_+$
Th_{3-6}	48 J.	weibl.	13.)$_+$	-	-
Th_{3-7}	56 J.	weibl.	14.)$_+$	-	-
Th_{2-4}	61 J.	weibl.	15.)$_+$	-	-
Th_{2-4}	27 J.	männl.	-	-	-
Th_{8-12}	75 J.	weibl.	-	16.)$_+$	17.)$_+$
Th_{5-8}	40 J.	weibl.	-	-	-
Th_{7-10}	61 J.	weibl.	-	-	-
Th_{3-7}	64 J.	weibl.	18.)$_+$	-	19.)$_+$
Th_{9-11}	63 J.	weibl.	-	20.)$_+$	-
Th_{5-8}	58 J.	weibl.	-	-	-

1.) Sensibilitätsstörungen des linken Fußes im Bereich der Zehen.

2.) Hyperreflexie beider Beine, Babinski-Reflex negativ.

3.) Peronaeus-Lähmung links.

4.) Parästhesien der III. Zehe und IV. Zehe rechts.

5.) Achillessehnenreflex rechts nicht auslösbar, Babinski-Reflex negativ.

6.) Lähmung und Atrophie der rechten Wadenmuskulatur mit deutlicher Umfangminderung. Ein Abrollen des rechten Fußes beim Gehen war nicht mehr möglich.

7.) Diffuse Hypästhesie beider Beine, Sensibilitätsverluste der I. und II. Zehe links. Gürtelförmige Parästhesien am Rumpf.

8.) Hyperreflexie beider Beine.

9.) Grobe Kraft in beiden Beinen vermindert, Rotation des linken Fußes unmöglich, linkes Bein beim Gehen nachziehend.Keine Umfangdifferenz meßbar.

10.) Parästhesien im gesamten linken Bein.

11.) Spastik des rechten Beines.

12.) Peronaeuslähmung rechts mit stärkerer Gehbehinderung. Atrophie der rechten Wadenmuskulatur mit meßbarer Umfangsverminderung.

13.) Sensibilitätsverlust im Bereich der III. Zehe links.

14.) Parästhesien an der Hinterseite des rechten Oberschenkels.

15.) Kreuzschmerzen im Operationsgebiet mit Gefühlsstörungen bei längerem Stehen und Heben schwererer Lasten.

16.) Spastik des rechten Beines.

17.) Lähmung und Atrophie der rechten Wadenmuskulatur.

18.) Sensibilitätsstörungen der I.-III. Zehe links.

19.) Lähmung der Wadenmuskulatur, deutliche Gehbehinderung durch Hängenbleiben der Ferse.

20.) Klonus beim Auslösen des Patellar-Sehnenreflexes.

Bei einer weiteren Patienten bestand seit der Operation eine Paraplegie.

Eine signifikante Abhängigkeit dieser Erscheinungen vom Geschlecht und Alter der Patienten sowie von der Ausdehnung der Laminektomie und ihrem Alter konnte nicht festgestellt werden. Die Mehrzahl dieser Störungen schien nach Angaben der Patienten jedoch seit Beginn des Tumorwachstums beziehungsweise seit der Operation unverändert zu bestehen.

c.) Lendenwirbelsäule:

Neuromuskuläre Veränderungen nach Laminektomien der Lendenwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Sensibilitätsstörungen	Reflexveränderungen	Paresen
L_{2-5}	35 J.	männl.	-	-	$1.)_+$
L_1-S_1	47 J.	männl.	$2.)_+$	-	$3.)_+$
L_3-S_3	42 J.	weibl.	$4.)_+$	-	-

1.) Atrophie der rechten Wadenmuskulatur mit deutlich meßbarer Umfangsminderung

2.) Sensibilitätsverlust und Verlust der Schmerzempfindung im Segment $S_{2/3}$

3.) Atrophie der rechten Oberschenkelmuskulatur

4.) Parästhesien im Segment $S_{2/3}$.

Eine weitere Patientim mit einer Laminektomie der Lendenwirbelsäule konnte aus technischen Gründen nicht klinisch untersucht werden.

d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule:

Neuromuskuläre Veränderungen nach Laminektomien im Bereich des Überganges Brust-Lendenwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Sensibilitäts-störungen	Reflex-veränderungen	Paresen
Th_{12}-L_3	27 J.	männl.	-	-	-
Th_{10}-L_2	52 J.	männl.	-	-	-
Th_{11}-L_1	47 J.	weibl.	1.)+	-	-
Th_{11}-L_2	51 J.	weibl.	-	-	-
Th_{10}-L_1	61 J.	weibl.	2.)+	-	-
Th_{12}-L_5	25 J.	männl.	3.)+	-	4.)+

1.) Parästhesien beider Füße im Bereich der Calcanei.

2.) Sensibilitätsstörungen über der rechten Tibia.

3.) Parästhesien an beiden Unterschenkeln des Segments L_4.

4.) Peronaeus-Parese rechts.

Weitere neurologische Störungen der Miktion, Defäkation und Potenz waren bei insgesamt 5 Patienten festzustellen, welche im Bereich der Lendenwirbelsäule und tiefer laminektomiert wurden. Es handelte sich um Entleerungsstörungen der Blase mit Restharnbildung, um Stuhlinkontinenz infolge Lähmung des M.sphinkter ani und um Potenzstörungen wegen

völliger Gefühllosigkeit des Genitales. Sämtliche Erscheinungen können jedoch nicht als Folge einer Fehlstatik nach Laminektomie angesehen werden, sondern als Tumorfolge oder unumgängliche Operationsfolge.

C. Sichtbare Veränderungen der Wirbelsäulenform und -beweglichkeit:

Bei der klinischen Untersuchung der Wirbelsäule wurde dann auf sichtbare Fehlstellungen und Deformierungen der laminektomierten Abschnitte geachtet.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wurde beurteilt, indem die Patienten angehalten wurden, sich maximal seitwärts zu neigen sowie sich maximal zu bücken und nach hinten zu strecken. Die Rotationsfähigkeit des jeweiligen Abschnittes wurde bei fixiertem übrigem Rumpf beurteilt.

Einfach ließ sich die Beweglichkeit der Halswirbelsäule untersuchen, die bei festgestelltem Rumpf eine Funktionseinschränkung gut erkennen ließ. Schwerer waren Brust- und Lendenwirbelsäule zu beurteilen, deren Anteflexion mit Hilfe des Finger-Boden-Abstandes nur als gemeinsame Funktion zu erfassen sind. Außerdem spielen hier die Beweglichkeit in den Iliosacralgelenken und Arm- und Beinlängen eine große Rolle. Mit dem kleinen und großen Schober-Index konnten hingegen sehr exakte Angaben über die sagittale Beweglichkeit der Lenden- und Brustwirbelsäule gemacht werden. Fixierungen bestimmter Wirbelsäulenabschnitte erkannte man daran, daß es in den verschiedenen Bewegungsstellungen der Wirbelsäule zu Ungleichmäßigkeiten der Krümmungsverhältnisse gekommen war.

Da bei Störungen des Wirbelsäulengefüges Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen der betreffenden Wirbel auftreten können, wurde diese einfache Untersuchung ebenfalls durchgeführt.

Die folgenden Tabellen geben Auskunft über sichtbare Fehlstellungen der laminektomierten Wirbelsäulenabschnitte und über mit den oben erwähnten Methoden feststellbare Funktionseinschränkungen.

a.) Halswirbelsäule:

Sichtbare Fehlstellungen und Bewegungseinschränkungen sowie Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen der laminektomierten Halswirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	sichtbare Fehlstellung	Bewegungseinschränkung	Stauch-, Druck-u. Klopfschmerz.
C_{1-2}	70 J.	männl.	-	1.)+	-
C_{3-7}	59 J.	männl.	-	2.)+	-
C_{4-7}	47 J.	männl.	3.)+	4.)+	-
C_{2-6}	24 J.	männl.	-	-	-
C_{1-5}	44 J.	weibl.	-	5.)+	6.)+

1.) Deutliche Einschränkung der Seitneigung

2.) Deutliche Einschränkung der Seitneigung

3.) Skoliose der Halswirbelsäule

4.) Einschränkung der Anteflexion

5.) Einschränkung der Seitneigung und Retroflexion

6.) Druckschmerz der laminektomierten Wirbelkörper

Es fällt auf, daß nach Laminektomien der Halswirbelsäule 4 von 5 Patienten zum Teil recht deutliche Bewegungseinschränkungen aufwiesen, obwohl sichtbare Fehlstellungen und Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen selten waren. Schon hier soll kurz erwähnt werden, daß die Ursache dieser Funktionseinschränkungen in der bei diesen Fällen röntgenologisch nachgewiesenen Osteophytenbildung zu sehen ist.

Zu dieser Erkenntnis kommt auch Allbrook (1957), der an Wirbelsäulenabschnitten mit Osteophytenbildungen eindeutige Funktionseinschränkungen beobachtete.

b.) Brustwirbelsäule:

Sichtbare Fehlstellungen und Bewegungseinschränkungen sowie Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen der laminektomierten Brustwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	sichtbare Fehlstellung	Bewegungseinschränkung	Stauch-, Druck-u. Klopfschmerz.
Th_{3-6}	43 J.	männl.	Skoliose	-	-
Th_{4-7}	75 J.	männl.	-	-	-
Th_{5-8}	32 J.	männl.	Skoliose	-	+
Th_{9-10}	76 J.	männl.	-	-	-
Th_{8-12}	63 J.	männl.	Kyphoskoliose	-	+
Th_{10-12}	49 J.	männl.	Skoliose	1.) +	-
Th_{3-6}	48 J.	weibl.	-	-	-
Th_{3-7}	56 J.	weibl.	Kyphoskoliose	2.) +	+
Th_{2-4}	61 J.	weibl.	Skoliose	-	-
Th_{2-4}	27 J.	männl.	-	-	+
Th_{8-12}	75 J.	weibl.	-	-	-
Th_{5-8}	40 J.	weibl.	Kyphoskoliose	-	-
Th_{7-10}	61 J.	weibl.	Kyphoskoliose	-	-
Th_{3-7}	64 J.	weibl.	Skoliose	-	-
Th_{9-11}	63 J.	weibl.	Kyphoskoliose	3.) +	-
Th_{5-8}	58 J.	weibl.	Kyphose	4.) +	-

1.) Beeinträchtigung der Anteflexion

2.) Fixierte Kyphose der BWS, Schober-Index 30/30, 5 cm

3.) Mäßiggradige Bewegungseinschränkung sämtlicher Funktionen

4.) Die schwere Bewegungseinschränkung war wegen einer Adipositas per magna nicht sicher zu beurteilen

Auch hier war keine Korrelation mit anderen Faktoren wie Geschlecht und Alter des Patienten oder Ausdehnung und Alter der Laminektomie festzustellen.

Es darf hier noch zugefügt werden, daß die hier aufgeführten Fehlstellungen sich im wesentlichen mit den röntgenologisch gemessenen decken, bei kleineren Verbiegungen, vor allem bei Kyphosierungen über wenige Segmente, jedoch nur eine exakte röntgenologische Vermessung Veränderungen aufzeigte, da diese dem Auge entgingen.

Bewegungseinschränkungen der Brustwirbelsäule konnten im großen und ganzen ebenfalls nicht festgestellt werden, was daran liegen mag, daß diese schon von Natur aus wenig beweglich ist und Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit hier mit bloßem Auge auch schwerer zu erkennen sind.

c.) Lendenwirbelsäule:

Sichtbare Fehlstellungen und Bewegungseinschränkungen sowie Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen der laminektomierten Lendenwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	sichtbare Fehlstellung	Bewegungseinschränkung	Stauch-, Druck-u. Klopfschmerz.
L_{2-5}	35 J.	männl.	-	-	-
L_1-S_1	47 J.	männl.	Hyperlordose	-	+
L_3-S_3	42 J.	weibl.	-	-	+
L_{1-4}	36 J.	weibl.	-	-	-

d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule:

Sichtbare Fehlstellungen und Bewegungseinschränkungen sowie Stauch-, Druck- und Klopfschmerzen des laminektomierten Übergangsbereiches Brust-Lendenwirbelsäule unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	sichtbare Fehlstellung	Bewegungseinschränkung	Stauch-, Druck-u. Klopfschmerz.
Th_{12}-L_3	27 J.	männl.	Hyperlordose	1.)+	-
Th_{10}-L_2	52 J.	männl.	-	2.)+	-
Th_{11}-L_1	47 J.	weibl.	Kyphoskoliose	3.)+	+
Th_{11}-L_2	51 J.	weibl.	Hyperlordose	4.)+	-
Th_{10}-L_1	61 J.	weibl.	Hyperlordose	5.)+	-
Th_{12}-L_5	25 J.	männl.	-	-	-

1.) Anteflexion deutlich eingeschränkt. Finger-Boden-Abstand 40 cm, kleiner Schober-Index 10/11,5 cm

2.) Anteflexion eingeschränkt. Finger-Boden-Abstand 30 cm, kleiner Schober-Index 10/13 cm

3.) Anteflexion eingeschränkt. Hier waren jedoch auch an anderen Wirbelsäulenabschnitten deutliche Bewegungseinschränkungen festzustellen. Es bestand eine ausgeprägte Osteochondrose

4.) Anteflexion eingeschränkt. Finger-Boden-Abstand 20 cm, kleiner Schober-Index 10/12 cm

5.) Anteflexion eingeschränkt. Finger-Boden-Abstand 30 cm, kleiner Schober-Index 10/12,5 cm

Im Gegensatz zu den Laminektomien, die sich nur auf die Lendenwirbelsäule beschränkten, fallen in diesem Übergangsgebiet doch deutliche Fehlstellungen und Bewegungseinschränkungen auf, was Eiselsberg (1930) ebenfalls schon beschrieb. Diese Tatsache konnte röntgenologisch erhärtet werden.

D. Röntgenologische Ergebnisse und Meßdaten:

Winkelmessungen:

Gemessen wurden die Skoliose-, Kyphose- und Lordosewinkel in den laminektomierten Wirbelsäulenabschnitten. Dabei wurden an die obere Deckplatte des obersten und an die untere des untersten laminektomierten Wirbelkörpers Tangenten errichtet. Der von den auf diese Tangenten errichteten Senkrechten eingeschlossene Winkel wurde gemessen und den entsprechenden präoperativen Winkeln vergleichend gegenübergestellt.

Zwischenwirbelräume:

Hier wurden auf den Aufnahmen mit seitlichem Strahlengang sämtliche Zwischenwirbelräume im Bereich der Laminektomie gemessen und zwar jeweils der Abstand von Wirbelkörpervorderkante zu -vorderkante und -hinterkante zu -hinterkante. Handelte es sich hierbei um verschiedene Fokusabstände, so wurden die zu großen oder kleinen Werte ins richtige mathematische Verhältnis umgerechnet.

Wirbelkörperhöhen:

Es wurden vordere und hintere Höhen der laminektomierten Wirbelkörper gemessen und auch hier, wenn nötig, ins mathematisch richtige Verhältnis umgesetzt, um mit den präoperativen Werten verglichen werden zu können.

Weitere Veränderungen:

Waren bei der Gegenüberstellung von prä- und postoperativen Bildern weitere Veränderungen wie Randzacken an den Wirbelkörpern, Deformierungen einzelner Wirbel, Gibbusbildungen oder Ähnliches aufgefallen, so sollen sie hier ebenfalls erwähnt werden.

Funktionsaufnahmen:

Die im seitlichen Strahlengang aufgenommenen Ante- und Retroflexionswinkel wurden zu einem Gesamtfunktionswinkel des laminektomierten Wirbelsäulenabschnitts addiert und mit den entsprechenden Normwerten aus der Literatur (4, 8, 14) verglichen.

a.) Halswirbelsäule:

Prä- und postoperativ gemessene Kyphose- und Skoliosewinkel des laminektomierten Abschnitts unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Skoliosewinkel präop.	Skoliosewinkel postop.	Kyphose- bzw. Lordosewinkel präop.	Kyphose- bzw. Lordosewinkel postop.
C_{3-7}	59 J.	männl.	0^o	0^o	1.) 14^o	7^o
C_{4-7}	47 J.	männl.	1^o	6^o	2.) 4^o	17^o
C_{2-6}	24 J.	männl.	3^o	3^o	3.) -	3^o
C_{1-5}	44 J.	weibl.	0^o	0^o	33^o	40^o

1.) Aus einer primären Kyphosierung von 14^o in diesem laminektomierten Abschnitt hatte sich postoperativ eine Lordose von 7^o entwickelt.

2.) Hier bestand postoperativ ein Kyphosewinkel von 17^o bei einer präoperativen Lordose von 4^o.

3.) Bei diesem Patienten waren die präoperativen seitlichen Aufnahmen unzureichend, so daß der Winkel nicht exakt bestimmt werden konnte.

Bei einem weiteren Patienten mit einer Laminektomie von C_{1+2} konnten infolge schlechter Aufnahmetechnik ebenfalls keine genauen Messungen vorgenommen werden.

Veränderungen der Zwischenwirbelräume, Wirbelkörperhöhen sowie weitere morphologische Veränderungen der HWS nach Laminektomie:

Höhe der Laminekt.	Veränderungen der Zwischenwirbelräume	Veränderungen der Wirbelkörperhöhen	weitere morphologische Veränderungen
C_{3-7}	Wegen schlechter Aufnahmetechnik keine Beurteilung möglich		
C_{4-7}	keilförmige Deformierung der ZWR C_{4+5} mit ventral. Höhenverlust	-	Spondylophytenbildung u. Abkippen der WK C_{4+5} nach ventral.
C_{2-6}	Verschmälerung der ZWR C_{2-6}	Keilwirbel bei C_6	starke ventrale Spondylophytenbildg. u. Verschiebung d. WK C_{5+6} nach dorsal.
C_{1-5}	-	-	dorsale Spondylophytenbildg. u. Verschiebung d. WK C_{5+6} nach dorsal.

Zur Beurteilung der Halswirbelsäulen-Funktionsaufnahmen wurden die von Buetti-Bäuml (1954) ermittelten Normwerte zugrunde gelegt. Danach werden für jedes einzelne Wirbelsegment die Exkursionswinkel aus maximaler Ante- und Retroflexion ermittelt. Diese können dann wiederum zu einem Gesamtfunktionswinkel addiert werden. In der folgenden Tabelle

sollen die bei unseren Patienten berechneten Gesamtfunktionswinkel der laminektomierten Halswirbelsäulenabschnitte den von Buetti-Bäuml ermittelten üblichen Normwerten gegenübergestellt werden.

Höhe der Laminekt.	nach Buetti-Bäuml errechnete Normwinkel	tatsächlich gemessene Winkel
C_{3-7}	60^{o} - 104^{o}	30^{o}
C_{4-7}	47^{o} - 81^{o}	36^{o}
C_{2-6}	65^{o} - 122^{o}	23^{o}
C_{1-5}	52^{o} - 97^{o}	35^{o}

Zusammenfassend kam es also nach Laminektomien der Halswirbelsäule weniger zu Skoliosen als vielmehr zu Veränderungen der sagittalen Krümmungsverhältnisse, auch wenn diese, sieht man von einem Fall ab, nicht als schwerwiegend anzusehen sind. Um detailliertere Angaben machen zu können, sollte man jedoch auf ein größeres Patientengut zurückblicken können als in unserem Falle.

Aber auch bei unseren Patienten fiel auf, daß es in allen Fällen zu deutlichen reaktiven Spondylophytenbildungen an den laminektomierten Wirbelkörpern gekommen war, was für das Vorliegen einer Fehlstatik spricht, da diese bei vermehrten Druckbeanspruchungen gehäuft auftreten.

Als Folge dieser Spondylophyten sieht man dann drastische Bewegungseinschränkungen der Ante- und Retroflexion in allen Fällen, wie an Hand der Funktionsaufnahmen deutlich gemacht werden konnte. Da diese Erscheinungen langsam aufgetreten waren, schienen sich die Patienten daran gewöhnt zu haben, jedenfalls wurden die Bewegungseinschränkungen

von den Patienten entweder gar nicht bemerkt oder zumindest nicht als störend empfunden.

Erwähnt werden sollte noch das Alter der Laminektomie, welches zwischen 5 und 8 1/2 Jahren lag, ein längerer Zeitraum, der diese Osteophytenneubildungen durchaus erklärt. Weitere Zusammenhänge mit anderen Faktoren konnten nicht festgestellt werden.

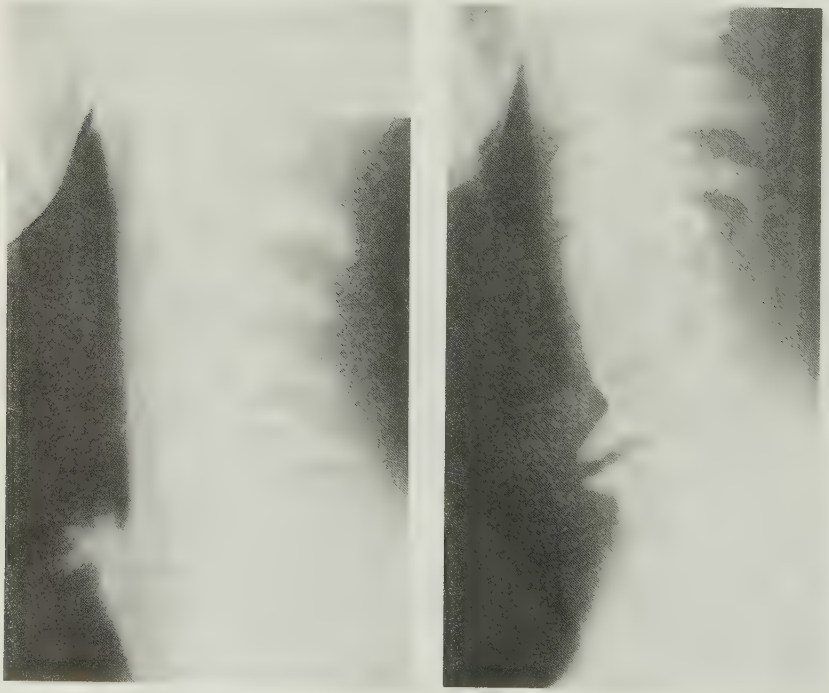
Fallbeschreibung:

An dieser Stelle soll kurz der Fall eines 41-jährigen Patienten geschildert werden, bei dem 6 1/2 Jahre zuvor wegen eines Neurinoms des Halsmarks eine Laminektomie von C_{4-7} durchgeführt worden war. Bei der Nachuntersuchung bot sich folgendes Bild:

Bis auf ein Knirschen in der Halswirbelsäule bei Bewegungen war der Patient beschwerdefrei. Auch klinisch konnte bis auf eine mittelschwere Bewegungseinschränkung kein pathologischer Befund festgestellt werden. Röntgenologisch zeigte sich, daß eine präoperative Lordose von 4^{o} in eine postoperative Kyphose von 17^{o} übergegangen war! Der Skoliosewinkel hatte in diesem Abschnitt von 1^{o} auf 6^{o} zugenommen. Es fielen Verschmälerungen der Zwischenwirbelräume mit zum Teil keilförmiger Deformierung und Spondylophytenneubildungen auf, der 4. und 5. Halswirbelkörper waren nach ventral abgekippt. Interessant war hier auch die Diskrepanz zwischen weitgehender Beschwerdefreiheit einerseits und deutlichen röntgenologischen Veränderungen andererseits.

A. Zustand vor Laminektomie

B. 6 1/2 Jahre nach Laminektomie



b.) Brustwirbelsäule:

Prä- und postoperativ gemessene Kyphose- und Skoliosewinkel des laminektomierten Abschnitts unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Skoliosewinkel		Kyphosewinkel	
			präop.	postop.	präop.	postop.
Th_{3-6}	43 J.	männl.	5°	5°	6°	13°
Th_{4-7}	75 J.	männl.	3°	4°	4°	13°
Th_{5-8}	32 J.	männl.	4°	7°	18°	25°
Th_{9-10}	76 J.	männl.	7°	0°	2°	5°
Th_{8-12}	63 J.	männl.	1°	7°	16°	21°
Th_{10-12}	49 J.	männl.	0°	3°	17°	22°
Th_{3-6}	48 J.	weibl.	4°	2°	23°	17°
Th_{3-7}	56 J.	weibl.	5°	10°	42°	54°
Th_{2-4}	61 J.	weibl.	4°	4°	28°	12°
Th_{2-4}	27 J.	männl.	2°	4°	22°	24°
Th_{8-12}	75 J.	weibl.	5°	7°	29°	30°
Th_{5-8}	40 J.	weibl.	0°	7°	X.)	33°
Th_{7-10}	61 J.	weibl.	0°	2°	3°	21°
Th_{3-7}	64 J.	weibl.	3°	6°	24°	29°
Th_{9-11}	63 J.	weibl.	2°	7°	0°	12°
Th_{5-8}	58 J.	weibl.	2°	3°	8°	14°

X.) Keine präoperative Aufnahme vorhanden

Bei Durchsicht dieser Tabelle wird offenkundig, daß sich hauptsächlich die Kyphosen nach der Laminektomie verschlechterten, wohingegen die Skoliosen nur geringfügige Veränderungen zeigten. Im Extremfall betrug die Winkelzunahme bei einer 61-jährigen Patientin mit einer Laminektomie von Th_{7-10} in diesem Abschnitt 18°. Der postoperative Verlauf erstreckte sich über 8 Jahre.

Übersichtlicher wird das Bild, wenn man die postoperativ ermittelten Winkelzunahmen bei Skoliosen und Kyphosen in verschiedene Schweregrade einteilt. Dann ergibt sich folgendes Bild:

Nach Laminektomie gemessene Winkelzunahmen in Grad:

Zunahme der WS-Verbiegung im laminektomierten Abschnitt	0° - 4°	5° - 10°	über 10°
Skoliosen	12 Pat.	4 Pat.	-
Kyphosen	7 Pat.	6 Pat.	2 Pat.

Bei den Kyphosen konnten nur 15 Patienten gewertet werden, da bei einer Patientin keine präoperativen seitlichen Aufnahmen vorhanden waren.

Es zeigt sich also, daß bei den Skoliosen 75 % zwischen 0° und 4° lagen, bei den Kyphosen jedoch 53 % über 5°. Fälle mit Zunahmen von mehr als 10° beobachtete man nur bei den Kyphosen.

Erwähnt werden sollte noch die postoperativ gemessene Verminderung des primären Kyphosewinkels bei 2 Patientinnen. Da beide gleichzeitig über stärkere Rückenschmerzen klagten und einen Hartspann der paravertebralen Muskulatur aufwiesen, könnte es sich hierbei um schmerzbedingte, reflektorisch ausgelöste muskuläre Verspannungen handeln, die durch ein Aufrichten der Wirbelsäule dieses Phänomen erklären würden.

Veränderungen der Zwischenwirbelräume, Wirbelkörperhöhen sowie weitere morphologische Veränderungen der BWS nach Laminektomie:

Höhe der Laminekt.	Veränderungen der Zwischenwirbelräume	Veränderungen der Wirbelkörperhöhen	weitere morphologische Veränderungen
Th_{3-6}	-	-	-
Th_{4-7}	-	-	Spondylophytenbildung
Th_{5-8}	-	-	Spondylophytenbildung
Th_{9-10}	Wirbelkörper nach dorsal abgekippt	-	Spondylophytenbildung
Th_{8-12}	-	-	-
Th_{10-12}	-	-	Spondylophytenbildung
Th_{3-6}	-	-	dorsale Spondylophyten schon präoperativ, jedoch nach Laminektomie verstärkt
Th_{3-7}	deutliche Zunahme der dorsalen ZWR-Höhe bei $Th_{3/4}$ u. $Th_{4/5}$	-	-
Th_{2-4}	-	-	Osteochondrose u. Spondylophytenbildung
Th_{2-4}	Wirbelkörper nach ventral abgekippt, berühren sich hier	-	-
Th_{8-12}	-	-	-
Th_{5-8}	totaler Höhenverlust der ZWR $Th_{4/5}$ u. $Th_{5/6}$ ventral	-	Wirbelkörper $Th_{4/6}$ nach ventral abgekippt mit Synostosenbildung
Th_{7-10}	ventrale Verkleinerung der ZWR	-	-

Fortsetzung s. S. 44

Höhe der Laminekt.	Veränderungen der Zwischenwirbelräume	Veränderungen der Wirbelkörperhöhen	weitere morphologische Veränderungen
Th_{3-7}	ventrale Verkleinerung der ZWR	-	starke Spondylophytenbildung
Th_{9-11}	ventrale Verkleinerung der ZWR	-	mäßige Spondylophytenbildung
Th_{5-8}	geringer ventraler Höhenverlust bei $Th_{6/7}$	-	Synostosen

Die Aufnahmen eines weiteren Patienten konnten wegen schlechter Aufnahmetechnik nicht beurteilt werden.

Die Funktionswinkel der laminektomierten Brustwirbelsäulenabschnitte wurden wieder in maximaler Ante- und Retroflexion ermittelt und zu einem Gesamtfunktionswinkel addiert. Dieser wurde mit den entsprechenden von Dittmar (1931) festgelegten Normwerten gesunder Wirbelsäulen verglichen.

Gesamtfunktionswinkel der laminektomierten WS-Abschnitte im Bereich der BWS, verglichen mit nach Dittmar (1931) ermittelten Normwerten:

Höhe der Laminekt.	Normwerte nach Dittmar	tatsächlich gemessene Winkel
Th_{3-6}	2^{o}	15^{o}
Th_{4-7}	1^{o}	6^{o}
Th_{5-8}	$2,5^{o}$	3^{o}
Th_{9-10}	1^{o}	7^{o}
Th_{8-12}	$15,5^{o}$	16^{o}
Th_{10-12}	$13,5^{o}$	X.1)
Th_{3-6}	2^{o}	8^{o}
Th_{3-7}	2^{o}	22^{o}
Th_{2-4}	X.2)	5^{o}
Th_{2-4}	X.2)	12^{o}
Th_{8-12}	$15,5^{o}$	3^{o}
Th_{5-8}	$2,5^{o}$	12^{o}
Th_{7-10}	$4,5^{o}$	9^{o}
Th_{3-7}	2^{o}	7^{o}
Th_{9-11}	$7,5^{o}$	11^{o}
Th_{5-8}	$2,5^{o}$	8^{o}

X.1) Wegen schlechter Aufnahmen nicht exakt meßbar

X.2) Von Th_{1-3} werden von Dittmar keine Funktionswinkel angegeben.

Wie man sieht, kam es nach Laminektomien der Brustwirbelsäule anscheinend zu keinen Bewegungseinschränkungen. Die postoperativen Funktionswinkel entsprachen in etwa den präoperativ gemessenen, in einigen Fällen konnte sogar eine Zunahme der sagittalen Beweglichkeit registriert werden. Eine eindeutige Bewegungseinschränkung konnte lediglich in einem Falle nachgewiesen werden, wo bei einer Laminektomie von Th_{8-12} statt eines geforderten Normwinkels von $15{,}5^{o}$ lediglich 3^{o} gemessen wurden.

Die scheinbare Zunahme könnte mit der schon primär geringeren Bewegungsfähigkeit der Brustwirbelsäule erklärt werden und zwar insofern, als durch die Wegnahme der dachziegelartig übereinanderliegenden Dornfortsätze ein die Retroflexion hemmendes Moment wegfallen würde. Damit könnte eine vorhandene Einschränkung der Anteflexion bei der Berechnung des Gesamtfunktionswinkels kompensiert werden oder verborgen bleiben, so daß letztendlich doch eine postoperative Zunahme der Gesamtbeweglichkeit resultieren würde.

c.) Lendenwirbelsäule:

Prä- und postoperativ gemessene Lordose- und Skoliosewinkel des laminektomierten Abschnitts unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Skoliosewinkel präop.	Skoliosewinkel postop.	Lordosewinkel präop.	Lordosewinkel postop.
L_{2-5}	35 J.	männl.	4°	4°	20°	20°
L_1-S_1	47 J.	männl.	14°	14°	45°	53°
L_3-S_3	42 J.	weibl.	5°	2°	47°	36°
L_{1-4}	36 J.	weibl.	0°	0°	17°	17°

Veränderungen der Zwischenwirbelräume, Wirbelkörperhöhen sowie weitere morphologische Veränderungen der Lendenwirbelsäule nach Laminektomie:

Höhe der Laminekt.	Veränderungen der Zwischenwirbelräume	Veränderungen der Wirbelkörperhöhen	weitere morphologische Veränderungen
L_{2-5}	-	-	-
L_1-S_1	Höhenverlust der ZWR $L_{3/4}$ und $L_{4/5}$ dorsal	-	-
L_3-S_3	-	-	-
L_{1-4}	Höhenzunahme des ZWR $L_{3/4}$ dorsal	-	-

Allgemein anerkannt und oft zu Vergleichen herangezogen werden die von Bakke (1931) ermittelten röntgenologischen Winkelfunktionen der Lendenwirbelsäule. Auch hier werden wieder für jedes einzelne Wirbelsegment die Gesamtexkursionswinkel aus maximaler Anteflexion und Retroflexion berechnet. Die Addition der jeweiligen Segmentexkursionswinkel ergibt dann den gesuchten Gesamtfunktionswinkel des laminektomierten Wirbelsäulenabschnitts.

Gesamtfunktionswinkel der laminektomierten LWS-Abschnitte, verglichen mit von Bakke (1931) ermittelten Normwerten:

Höhe der Laminekt.	Normwert nach Bakke	tatsächlich gemessener Winkel
L_{2-5}	29^{o}	50^{o}
L_1-S_1	$52,5^{o}$	37^{o}
L_3-S_3	$16,5^{o}$	24^{o}
L_{1-4}	42^{o}	35^{o}

Im Bereich der Lendenwirbelsäule konnten praktisch keine Veränderungen der Skoliose- und Lordosewinkel festgestellt werden. Dieser Abschnitt reagierte auch was Wirbelkörperhöhen, Zwischenwirbelräume oder andere morphologische Veränderungen betrifft im Verlauf des postoperativen Zeitraumes kaum und scheint im Vergleich mit den übrigen Wirbelsäulenabschnitten am wenigsten anfällig zu sein. Unerklärlich ist jedoch die Tatsache, daß bei der Hälfte dieser Patienten eine Hypermobilität auftrat, bei der anderen Hälfte aber eine Bewegungseinschränkung. Da gerade in diesem Falle die Patientenzahl mit 4 Personen besonders klein ist, sollte allerdings vor weiteren Schlußfolgerungen gewarnt werden.

d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule:

Prä- und postoperativ gemessene Kyphose- bzw. Lordose- und Skoliosewinkel des laminektomierten Abschnitts in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht:

Höhe der Laminekt.	Alter d. Patient.	Geschlecht	Skoliosewinkel		Kyphose-bzw.Lordose-winkel	
			präop.	postop.	präop.	postop.
Th_{12}-L_3	27 J.	männl.	2^o	6^o	6^o	11^o
Th_{10}-L_2	52 J.	männl.	2^o	2^o	12^o	12^o
Th_{11}-L_1	47 J.	weibl.	1^o	6^o	8^o	15^o
Th_{11}-L_2	51 J.	weibl.	2^o	0^o	2^o	12^o
Th_{10}-L_1	61 J.	weibl.	2^o	4^o	5^o	16^o

Höhe der Laminekt.	Veränderungen der Zwischenwirbelräume	Veränderungen der Wirbelkörperhöhen	weitere morphologische Veränderungen
Th_{12}-L_3	massiver Verlust an Höhe der ZWR dorsal auf weniger als die Hälfte	deutlicher Verlust an Höhe der Wirbelkörper dorsal	-
Th_{10}-L_2	-	-	mäßige Spondylophytenbildung bei Th_{12} und L_1
Th_{11}-L_1	-	-	-
Th_{11}-L_2	X.)	-	-
Th_{10}-L_1	-	-	Spondylophyten, Osteoporose

X.) wegen schlechter Aufnahmen nicht exakt zu beurteilen

Winkelbestimmungen im Übergangsbereich von der Brust- zur Lendenwirbelsäule sind in der Regel deshalb problematisch, weil sich hier normalerweise zwei entgegengesetzte Krümmungen begegnen, die Kyphose der Brustwirbelsäule und die Lordose der Lendenwirbelsäule. Theoretisch müßten so auch zur Beurteilung der Funktionsaufnahmen jeweils zwei verschiedene Funktionswinkel bestimmt werden, nämlich ein oberer Kyphose- und ein unterer Lordosewinkel. Zufälligerweise handelte es sich bei all unseren Patienten jedoch nur um jeweils eine Primärkrümmung. So war im ersten Fall der 12. Brustwirbelkörper schon in die relativ hoch ansetzende Lendenlordose miteinbezogen, bei den übrigen Fällen handelte es sich um jeweils weit hinabreichende Kyphosen, die den 2. Lendenwirbelkörper einschlossen.

Die gemessenen Funktionswinkel wurden wieder den von Bakke (1931) und Dittmar (1931) ermittelten Normwerten gegenübergestellt.

Gesamtfunktionswinkel der laminektomierten BWS-LWS-Abschnitte, verglichen mit den von Bakke (1931) und Dittmar (1931) ermittelten Normwerten:

Höhe der Laminekt.	Normwerte nach Bakke und Dittmar	tatsächlich gemessene Winkel
Th_{12}-L_3	49°	10°
Th_{10}-L_2	43,5°	17°
Th_{11}-L_1	20°	10°
Th_{11}-L_2	37°	9°
x.) Th_{10}-L_2	13,5°	6°

x.) in diesem Fall konnte der Winkel nur von Th_{10-12} bestimmt werden, da die übrigen Wirbelkörper infolge unscharfer Aufnahmen nicht exakt abgrenzbar waren.

Zusammenfassend kam es also während des postoperativen Beobachtungszeitraumes in dieser Übergangsregion zu Zunahmen der Skoliosewinkel wie auch der Lordose- bzw. Kyphosewinkel. Bei einem Patienten war es zu eindeutigen Deformierungen der in diesem Bereich liegenden Zwischenwirbelräume gekommen, der 12. Brustwirbelkörper zeigte einen dorsalen Höhenverlust um 0,5 cm. Sonst fanden sich bis auf mäßige Spondylophytenbildungen bei zwei anderen Patienten keine weiteren Besonderheiten.

Mit Hilfe der Funktionsaufnahmen konnten in allen Fällen drastische Einschränkungen der sagittalen Beweglichkeit nachgewiesen werden.

Das Alter der Patienten lag zwischen 27 und 61 Jahren, so daß mit ihm keine Prädisposition vorzuliegen scheint. Auch die Geschlechtsverteilung zeigt ein etwa ausgeglichenes Verhältnis auf und läßt somit keine geschlechtsspezifische Beeinflussung erkennen. Die Berechnung des durchschnittlichen Alters der Laminektomie ergab einen Zeitraum von 7,6 Jahren, also eine relativ lange Zeit, und man könnte daran denken, daß es sich hier um einen langsam fortschreitenden Prozeß handelt und daß die Veränderungen langsam aber stetig zunehmen.

V. DISKUSSION

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit, ob es nach Laminektomien zu Fehlstellungen und Insuffizienzerscheinungen oder anderen krankhaften Veränderungen des Achsenorgans mit neurologischen Ausfällen kommen kann, wurde bisher in der Literatur nicht mit der erforderlichen Sorgfalt berücksichtigt.

Da mit der Kenntnis dieser postoperativen Folgeschäden diesen möglicherweise wirksam vorgebeugt werden könnte, bedarf es jedoch genauerer Erforschung von Art, Häufigkeit und Vorkommen sowie ihrer Pathogenese.

In der folgenden Diskussion sollen die von uns erarbeiteten Ergebnisse besprochen und analysiert werden und der darüber bekannten Literatur kritisch gegenübergestellt werden.

a.) Halswirbelsäule:

Über Fehlstellungen und Instabilitäten der Halswirbelsäule nach Laminektomien wurde in letzter Zeit gelegentlich berichtet (2, 3, 6, 10, 49). Auch Jäger (1959) beschreibt Verbiegungen der Halswirbelsäule nach der Entfernung von Halsmarktumoren durch Laminektomie, welche allerdings keine Beschwerden verursachten.

Einige andere Autoren vertreten jedoch die Auffassung, daß die Stabilität der Halswirbelsäule nach Laminektomien nicht beeinträchtigt würde (7). In einer Arbeit von Jenkins (1973) wird über 5 Patienten mit Laminektomien berichtet, bei denen während eines Nachbeobachtungszeitraums von 12-17 Jahren keine Fehlstellungen der Halswirbelsäule auftraten.

Daß es im Gefolge von Laminektomien der Halswirbelsäule dennoch zu schweren neurologischen Folgeerscheinungen auf Grund statischer Veränderungen kommen kann, wurde von Bette und Engelhardt (1955) dargelegt, die in 3 Fällen Halsmark-Querschnittssyndrome nachweisen konnten. Ebenfalls schwere neurologische Veränderungen wurden auch von anderen Verfassern beschrieben (26, 35, 46).

Sim (1974) konnte bei einer umfangreichen Nachuntersuchung von 673 Laminektomien der Halswirbelsäule in 21 Fällen sogenannte "Schwanenhals-Deformierungen" nachweisen, von denen wiederum 17 neurologische Ausfälle hatten. Bei 5 dieser Patienten waren diese eindeutig mit der Laminektomie, bzw. der dadurch hervorgerufenen Fehlstellungen in Verbindung zu bringen.

Die bei unseren eigenen Untersuchungen festgestellten neuromuskulären Veränderungen konnten jedoch in 4 von 5 Fällen nicht als Folge der Laminektomie angesehen werden. Lediglich bei einer Patientin, bei der nach eigenen Aussagen in den letzten 9 Monaten eine Zunahme der Beschwerden zu verzeichnen war, konnte dies nicht ausgeschlossen werden. Bei der Untersuchung fand sich hier eine deutliche Bewegungseinschränkung und Druckschmerzhaftigkeit der laminektomierten Wirbelkörper. Der Lordosewinkel des laminektomierten Wirbelsäulenabschnitts hatte von 33° auf 40° zugenommen, an den dorsalen Wirbelkörperkanten war es zu einer Spondylophytenneubildung gekommen. Die Wirbelkörper $C_{5/6}$ waren etwas nach dorsal abgeglitten. Der Anteflexions-Retroflexionswinkel war mit 35° gegenüber einem geforderten Wert von 74° auf weniger als die Hälfte eingeschränkt.

Überhaupt ergaben die röntgenologischen Winkelmessungen in den laminektomierten Abschnitten im Vergleich zu den präoperativen Aufnahmen vor allem Veränderungen der sagittalen Krümmungsverhältnisse. Die Halslordosen hatten bei 2 der 4 Patienten zugenommen, wenn auch in geringerem Maße.

Interessant ist jedoch auch der schon zuvor demonstrierte Fall, wo bei einem 47-jährigen Patienten mit einer Laminektomie von C_{4-7} präoperativ eine Lordose von 4^{o} gemessen wurde und wo sich 6 1/2 Jahre nach der Laminektomie dann ein Kyphosewinkel von 17^{o} ausgebildet hatte. Dies entspricht einer Zunahme von 21^{o}. Der Skoliosewinkel nahm im gleichen Zeitraum um 5^{o} zu, nebenbei der einzige Fall im Bereich der Halswirbelsäule mit Zunahme der Skoliose.

Eine Erklärung dafür, weshalb sich bei primärer Lordose Kyphosen ausbilden, wird von Güntz (1957) gegeben. Eine ausschlaggebende Rolle schreibt er dabei dem Ligamentum flavum zu, welches als Gegengewicht zu den vorwärtsbeugenden Schwerkräften anzusehen sei. Durch ein Fehlen dieses Bandes nach Laminektomie kämen die vorwärtsbeugenden Kräfte voll zur Auswirkung und führten so zur beschriebenen Kyphosierung.

Weitere Fehlstellungen der sagittalen Ebene werden, wie schon erwähnt, von Sim (1974) beschrieben, der bei 21 Patienten sogenannte "swanneck-deformities" beschreibt. Bei einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 4,6 Jahren und einem durchschnittlichen Patientenalter von 41 Jahren stellte er bei Subluxationen im Bereich der oberen und mittleren Halswirbelsäule vor allem Kyphosen des cervicothoracalen Übergangs ohne große kompensatorische Lordose darüber fest. Subluxationen der unteren Halswirbelsäule hatten in der Regel schwere Deformierungen zur Folge.

Auch Leriche (1928) beschreibt schon Fehlstellungen am Übergang von der Halswirbel- zur Brustwirbelsäule nach Entfernung von Rückenmarkstumoren durch Laminektomie. An dieser Stelle käme es zu einer Abknickung durch Abgleiten der gesamten Halswirbelsäule ohne Verschiebung der Wirbel gegeneinander. Diese Erscheinungen beobachtete er sofort nach der Operation mit einer rasch zunehmenden Verschlechterung. Als Ursache sieht er ein Nachvornegleiten der Halswirbel-

säule durch ausgedehnte Wegnahme des Ligamentum cervicale posterius an, das Okziput und Dornfortsatzreihe miteinander verbindet.

Weitere Faktoren von Bedeutung für das Auftreten von Fehlstellungen nach Laminektomien werden von Cattell (1967) genannt. Er hebt neben der erwähnten Entfernung der Ligamente eine allgemeine Minderwertigkeit des Skeletts und eine postoperative neuromuskuläre Unausgeglichenheit hervor.

Eine weitere Entdeckung bei unseren Patienten waren ausgeprägte Spondylophytenneubildungen im Bereich der laminektomierten Wirbelkörper, verbunden mit hochgradigen Bewegungseinschränkungen in allen Fällen, was mit Hilfe der Funktionsaufnahmen dokumentiert werden konnte. Die gemessenen Gesamtfunktionswinkel aus Ante- und Retroflexion im Bereich der laminektomierten Segmente erreichten lediglich zwischen 24 % und 56 % des geforderten Normwertes. Als Grund für diese Bewegungseinschränkung muß zweifelsohne die gesteigerte Osteophytenbildung angesehen werden.

Ähnliche Beobachtungen werden auch von Jenkins (1973) gemacht, der nach Laminektomien der Halswirbelsäule ebenfalls Spondylophytenneubildungen beschreibt, in deren Gefolge es zu Bewegungseinschränkungen auf die Hälfte gekommen sei. Als Ursache dieser Spondylophytenbildungen werden Verschleißerscheinungen an den Zwischenwirbelscheiben angesehen, wie sie bei einer Wirbelsäulenfehlstatik auftreten.

Bette und Engelhardt (1955) sehen in der Ausbildung dieser Osteophyten und deren Zusammenwachsen jedoch auch Positives, weil hierdurch eine gewisse Selbststabilisierung erreicht würde und so speziell neurologische Komplikationen vermieden würden.

Zusammenhänge zwischen den aufgeführten pathologischen Wirbelsäulenveränderungen und anderen Faktoren, wie Geschlecht und Alter der Patienten oder Alter und Ausdehnung der Laminektomie, konnten bei unseren Fällen nicht erkannt werden.

Daß aber gerade auch das Alter der Patienten von Wichtigkeit sein kann, wird von einigen Autoren erkannt (10, 31, 47, 50). So sollen in der Hauptsache bei Kindern und Jugendlichen, also während des Skelettwachstums, pathologische Wirbelsäulenveränderungen nach Laminektomien vorkommen.

Bei unserem erwachsenen Patientengut konnten allerdings in dieser Hinsicht keine Unterschiede mehr festgestellt werden. Um genauere Aussagen machen zu können, bedürfte es jedoch weiterer Untersuchungen und eines größeren Patientenkollektivs.

Von Bailey (1969) wird schließlich noch ein Fall berichtet, wo 25 Jahre nach einer Laminektomie plötzlich eine schwere Verkrümmung auftrat, die eine Tetraplegie zur Folge hatte. Man sieht hieraus, daß auch der postoperative Beobachtungszeitraum weiter ausgedehnt werden sollte.

Es darf nochmals kurz zusammengefaßt werden, daß nach Laminektomien der Halswirbelsäule vorwiegend sagittale Fehlstellungen beobachtet wurden. Diese Feststellung deckt sich mit den Angaben der Literatur und muß in der Entfernung der dorsalen Ligamente die Ursache haben. Zu eindeutigen neuromuskulären Folgeerscheinungen war es bei unseren Patienten nicht gekommen, es zeigten sich in allen Fällen schwere Bewegungseinschränkungen der Ante- und Retroflexion. Als Grund muß hier die durch statische Veränderungen hervorgerufene Spondylophytenbildung angesehen werden, welche bei inadäquaten Druckbeanspruchungen auf die jeweiligen Zwischenwirbelscheiben gefördert wird.

b.) Brustwirbelsäule:

Die Gruppe der Laminektomien im Bereich der Brustwirbelsäule war mit 16 Patienten zahlenmäßig am stärksten vertreten, es kommt ihr somit eine besondere Aussagekraft zu.

Die Brustwirbelsäule unterscheidet sich von den übrigen Wirbelsäulenabschnitten insbesondere durch ihre andersartige Anatomie mit dicht übereinanderliegenden Dornfortsätzen, die in der Regel eine größere Dorsalflexion nicht zulassen. Zudem scheint durch den Verband des Rippenthorax eine zusätzliche Stabilisierung gegeben zu sein, die sich vor allem auf den seitlichen Halt positiv auswirken müßte. Unter diesen speziellen Gesichtspunkten sollte hier die Fragestellung nach laminektomiebedingten Fehlstellungen mit möglichen Folgeerscheinungen gesehen werden.

Neuromuskuläre Störungen der unteren Extremitäten, welche bei 10 der 16 Patienten registriert wurden, konnten nicht als Folge laminektomiebedingter Wirbelsäulenveränderungen angesehen werden, da sie schon zum Zeitpunkt der Operation bestanden und zwischenzeitlich keine Verschlechterung eingetreten war.

Von 3 Patientinnen wurden allerdings Beschwerden geäußert, welche nach eigenen Angaben neu aufgetreten waren und eventuell als Spätfolgen der Laminektomie angesehen werden könnten. Es handelte sich hierbei um Rückenschmerzen, Ischialgien und Sensibilitätsstörungen der Beine. Die Laminektomien waren in allen 3 Fällen im oberen Teil der Brustwirbelsäule durchgeführt worden, das Alter der Patientinnen betrug 48, 56 und 61 Jahre, die postoperative Nachbeobachtungszeit 2 x 5 und 2 Jahre. Die bei 2 dieser Patientinnen gemessene Verminderung des Kyphosewinkels bei der Nachuntersuchung könnte mit dem schmerzbedingten, reflektorisch ausgelösten Hartspann der paravertebralen Muskulatur erklärt werden, welcher hier getastet wurde. Bei der 3. Patientin, ohne Rückenschmerzen und ohne Hartspann, war

auch prompt keine Verminderung, sondern eine Zunahme des postoperativen Kyphosewinkels festzustellen. Spondylophytenbildungen fanden sich bei 2 der Patientinnen, im 3. Fall war es zu strukturellen Wirbelsäulenveränderungen gekommen. Die laminektomierten Wirbelkörper waren nach ventral abgekippt, dorsal klafften einige Zwischenwirbelräume.

Bei den meisten Patienten traten röntgenologische Veränderungen in der Form von Spondylophytenbildungen, Deformierungen der Zwischenwirbelräume und Winkelabweichungen zutage.

Veränderungen der Zwischenwirbelraumhöhen konnten bei 8 der 16 Patienten, also in 50 % der Fälle, nachgewiesen werden. Bei 7 dieser Patienten war es zu einem ventralen Abkippen der Wirbelkörper gekommen, erkennbar an einer ventralen Verminderung und dorsalen Zunahme der Zwischenwirbelraumhöhen. Bei einem Patienten waren die Wirbelkörper nach dorsal abgekippt und berührten sich hier.

Auffälligerweise zeigten 5 der 8 Patienten auch ausgeprägte Spondylophytenneubildungen dort, wo sich die Wirbelkörperkanten angenähert hatten, zum Teil hatten sich Synostosen gebildet. Diese Feststellung scheint die Theorie zu bestätigen, wonach durch inadäquate Druck- und Lastverteilungen auf die Disci Intervertebrales ein Reiz ausgeübt wird, der die Bildung von Spondylophyten fördert.

Daß es hauptsächlich zu einer ventralen Mehrbeanspruchung der Zwischenwirbelscheiben kommt, mag den Grund darin haben, daß durch die Laminektomie und dadurch bedingte Entfernung des dorsalen Bandapparates es zu einem dorsalen Aufklappen der entsprechenden Wirbelsegmente kommt, was sich zwangsläufig in einer Zunahme der kyphotischen Krümmung auswirken muß. Beim gleichzeitigen Vorliegen einer schlaffen Rückenmuskulatur müßte eine weitere Verstärkung der Kyphose erwartet werden.

Die Winkelmessungen der laminektomierten Brustwirbelsäulenabschnitte ergaben folgerichtig Zunahmen der Kyphosewinkel in praktisch allen Fällen. Von 15 Patienten hatten bei 7 die entsprechenden Kyphosewinkel von 0^{o} bis 4^{o}, bei 6 Patienten von 5^{o} bis 10^{o} und bei 2 Patienten über 10^{o} zugenommen.

Die größten Zunahmen von + 18^{o} und + 12^{o} waren bei 2 Patientinnen mit 61 und 63 Jahren und Laminektomien von Th_{7-10} und Th_{9-11} zu verzeichnen. Es fällt auf, daß es sich in beiden Fällen um weibliche Personen mit über 60 Jahren handelte, und die Laminektomien an der unteren Brustwirbelsäule durchgeführt worden waren. In beiden Fällen waren Meningeome der Anlaß zur Operation. Die Nachbeobachtungszeit betrug im ersten Fall 8 Jahre, im zweiten Fall 3 Jahre. Es bestehen hier zwar auffällige Gemeinsamkeiten, man sollte sich jedoch vor verallgemeinernden Schlußfolgerungen hüten, da 2 Personen niemals repräsentativ sein können.

Die Gruppe der Kyphosen mit einer Winkelzunahme von 5^{o} bis 10^{o} zeigten eine Geschlechtsverteilung männlich zu weiblich von 4 : 2, die Gruppe von 0^{o} bis 4^{o} von 3 : 4, charakteristische Verteilungen bestanden demnach nicht.

Man sah an der Brustwirbelsäule jedoch nicht nur eine Zunahme der Kyphosen, sondern auch der Skoliosen. Von 16 Patienten lag die Zunahme des Skoliosewinkels bei 12 Personen zwischen 0^{o} und 4^{o}, bei 4 Personen zwischen 5^{o} und 10^{o}.

Wenn auch die Winkelzunahmen nicht sehr ausgeprägt ausfallen, so muß doch festgestellt werden, daß die zusätzliche Stabilisierung des Rippenthorax keinen sicheren Schutz für das Auftreten von Skoliosen bietet.

Die Auswertung der postoperativen Funktionswinkel ergab eigenartigerweise keine Einschränkungen der Gesamtfunktion, wie sie an der Halswirbelsäule beobachtet wurde, trotz der geschilderten Randzackenbildungen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung entsprach dieser Winkel bei etwa der Hälfte

der Patienten dem präoperativ gemessenen. Die andere Hälfte wies sogar geringfügige Zunahmen der Gesamtfunktionswinkel auf. Lediglich bei einer Person war dieser eingeschränkt. Da die Gesamtfunktionswinkel eine Summation aus Ante- und Retroflexionswinkeln darstellen, wäre es möglich, daß zum Beispiel bei eingeschränkter Anteflexion aber gesteigerter Retroflexion durchaus derselbe Gesamtfunktionswinkel resultieren würde. Im konkreten Fall wäre es also denkbar, daß durch die fehlenden Dornfortsätze nach einer Laminektomie eine gesteigerte Retroflexion ermöglicht würde, die sich trotz eingeschränkter Anteflexion letztendlich doch in einem größeren Gesamtfunktionswinkel manifestieren müßte. Da in der Literatur jedoch keine Einzelwinkel bekannt sind und somit Vergleichswerte fehlen, muß diese Vermutung hypothetisch bleiben.

Über eine spezielle Anfälligkeit der Brustwirbelsäule nach Laminektomien im Kindesalter berichtete Tachdjian (1965), der bei einer Nachuntersuchung von 115 Kindern Fehlstellungen beschrieb. Er beobachtete in 31 % der Fälle Skoliosen, in 26 % Kyphosen. An weiteren Gründen,außer dem jungen Alter, führt er die Art des Tumors, die Höhe der Tumorlokalisation sowie das Alter der Laminektomie an.

Andere Autoren sehen als Ursache dieser Fehlstellungen bei Kindern eine gewisse Laxheit der kindlichen Ligamente an (10, 50).

Auch Dubousset (1973) konnte bei 55 laminektomierten Kindern Fehlstellungen der Wirbelsäule feststellen, die um so früher nach der Operation auftraten und um so gravierender waren, je jünger das Kind bei der Operation war.

Dies wurde von Kharitonova (1974) bestätigt. Nach seinen Untersuchungen sollen jedoch auch noch bei Adoleszenten und, in seltenen Fällen, bei Erwachsenen Deformierungen nach Laminektomien auftreten können, vor allem wenn die Wirbelsäule schon präoperativ in irgendeiner Weise funktionelle Minderwertigkeiten aufzuweisen hatte.

Bei unserem erwachsenen Patientengut waren zwischen den beschriebenen Veränderungen und anderen Faktoren, wie Alter des Patienten, Alter der Laminektomie, Höhe des Tumorgeschehens, keine Zusammenhänge zu sehen.

Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß der Faktor Zeit bei der Entstehung von Wirbelsäulenverkrümmungen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Ist es bei Erwachsenen einmal zur Skoliose gekommen, so muß, im Gegensatz zu früheren Ansichten, mit einer langsamen, aber stetigen Zunahme der Verkrümmung gerechnet werden, auch nach Wachstumsabschluß (12).

Man fand weiterhin heraus, daß die durchschnittliche jährliche Zunahme der Thorakalskoliosen $0{,}65^{\circ}$ beträgt und eine relative Konstanz über Jahre aufweist (40).

Da aber Untersuchungen dieser Art bei laminektomierten Wirbelsäulen fehlen, wäre es interessant, dieselben Patienten in noch größeren Zeitabständen und nach Ablauf vieler Jahre erneut nachzuuntersuchen, um an Hand der dann festgestellten Winkel die für Laminektomien entsprechenden Zunahmen berechnen zu können. Es ist durchaus denkbar, daß die durchschnittlichen Zunahmen hier größer ausfallen.

Es sollte noch Erwähnung finden, daß in der Literatur Fehlstellungen der Wirbelsäule bei bestimmten Rückenmarkstumoren wie Epidermoidzysten und Osteoid-Osteomen beschrieben werden, ohne daß laminektomiert wurde. Man sah zum Teil beeindruckende Skoliosebildungen, da die Tumoren lange nicht als solche erkannt wurden (29, 34, 38, 45, 48).

Schließlich berichtet Wejsflog (1971) über 2 Fälle mit Rückenmarkstumoren, die zu so schweren Skoliosebildungen führten, daß Paraplegien auftraten.

Hier handelt es sich also um Fehlstellungen, die nicht primär als Laminektomiefolge, sondern als Tumorfolge anzusehen sind. Bei unseren Patienten mit den oben genannten Tumoren konnten diese Veränderungen allerdings nicht gesehen werden, auch die postoperativen Veränderungen hielten sich in Grenzen.

c.) Lendenwirbelsäule:

Auch über Fehlstellungen der Lendenwirbelsäule nach Laminektomien finden sich in der Literatur Angaben (5, 15, 21, 50).

Als mögliche Ursachen werden angeführt, daß hier die stabilisierende Wirkung des Thorax wegfällt, die muskuläre Stabilisation gegenüber dem Becken noch relativ gering ist und schließlich bereits eine große Körperlast auf diesem Wirbelsäulenabschnitt ruht (40).

Im Lumbalbereich sind Fehlstellungen, insbesondere Skoliosen, insofern von größerer Bedeutung, als hier schon relativ geringe Krümmungswinkel Symptome, vor allem Kreuzschmerzen, verursachen (22).

Radikuläre Symptome und Dislokationen einzelner Lendenwirbelkörper nach Laminektomien wurden auch von Movshovich (1970) beschrieben. Er rät deshalb zu einer obligatorischen dorsalen Spondylodese.

Rückenschmerzen nach Laminektomien der Lendenwirbelsäule stellte Jackson (1971) bei 47 % seiner Patienten fest, diese hatten nach 5 Jahren beträchtlich zugenommen. Dabei soll eine gewisse Altersabhängigkeit bestehen. Je älter der Patient bei der Operation war, desto häufiger traten Rückenschmerzen auf.

Bei unseren Patienten bestanden ebenfalls in allen Fällen Kreuzschmerzen und ischialgiforme Beschwerden, nur einer gab jedoch eine Verschlechterung des Zustandes nach der Operation an, ohne daß röntgenologische Äquivalente dafür gefunden wurden. Die gemessenen Kyphose- bzw. Lordose- und Skoliosewinkel entsprachen den bei ihm präoperativ gemessenen völlig.

Nach Aussagen der Patienten hatten sich die neuromuskulären Veränderungen seit der Operation ebenfalls nicht verstärkt.

Die körperliche Untersuchung ergab lediglich in einem Fall, bei einer Laminektomie von L_1-S_1, eine Fehlstellung im Sinne einer Hyperlordose. Diese konnte auch röntgenologisch nachgewiesen werden, bestand aber auch schon präoperativ. Der Lordosewinkel hatte in diesem Abschnitt lediglich von 45° auf 53° zugenommen. Die Zwischenwirbelräume $L_{3/4}$ und $L_{4/5}$ zeigten einen dorsalen Höhenverlust, was mit der Winkelzunahme ebenfalls in Einklang zu bringen ist.

Die röntgenologisch gemessenen Skoliose- und Lordosewinkel ergaben im übrigen, daß von 4 Patienten bei 2 überhaupt keine Veränderung eingetreten war, obwohl die Laminektomien jeweils mehrere Segmente umfassten, also recht ausgedehnt waren. Bei beiden Patienten wurde postoperativ exakt der gleiche Winkel gemessen wie präoperativ. Es muß noch erwähnt werden, daß das Alter der beiden Patienten mit 35 und 36 Jahren relativ nieder war und vielleicht deshalb keine Veränderungen auftraten.

Bei einem 4. Patienten war merkwürdigerweise eine postoperative Verkleinerung des Skoliosewinkels von 5° auf 2°, des Lordosewinkels von 47° auf 36° festzustellen.

Eine Erklärung für diese beginnende Kyphosierung der Lendenwirbelsäule nach Laminektomie wurde von Güntz (1957) gegeben. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Eigenhaltung der Wirbelsäule sei das starke, elastische Ligamentum flavum. Durch es würden die Bogen der Wirbel einander genähert und stellten so ein Gegengewicht für die vorwärtsbeugenden Schwerkräfte dar, welche den Druck auf die Wirbelkörper bedingen. Fehlte die Verbindung zwischen den Bogenteilen der Wirbel, sei die Funktion der gelben Bänder aufgehoben, dann würden sich die auf die Wirbelkörper drückenden vorwärtsbeugenden Kräfte ungehemmt auswirken können und zu der beschriebenen Kyphosierung der Lendenwirbelsäule führen.

In gewissem Widerspruch dazu steht jedoch die Beobachtung von Raue (1975), der bei 119 übergewichtigen Personen Zu-

nahmen der Lendenwirbelsäulenlordosen sah. Dies würde bedeuten, daß die im Kräfteparallelogramm zur Wirkung kommenden Schwerkräfte nicht nach ventral gerichtet wären und zur Kyphosierung führten, sondern nach dorsal. Die Bedeutung und Haltetheorie des Ligamentum flavum wäre dann in Frage gestellt.

Die laminektomiebedingten Fehlstellungen der Lendenwirbelsäule in der sagittalen Ebene hielten sich also bis auf den einen Fall in Grenzen, Skoliosen waren überhaupt keine zu beobachten.

Diese Feststellung wird von Heine (1975) bestätigt, der Skoliosen an der Lendenwirbelsäule ebenfalls für selten ansieht und ihnen die geringste Progredienz bescheinigt.

Da der älteste Patient dieser Gruppe erst 47 Jahre alt war, wäre auch eine gewisse Altersabhängigkeit zu diskutieren, wonach wenigstens bis zu diesem Alter die Gefährdung der Lendenwirbelsäule nach einer Laminektomie geringer wäre. Die geringe Patientenzahl dieser Gruppe läßt diesbezüglich jedoch nur Vermutungen zu.

Weitere röntgenologisch zu erfassende morphologische Veränderungen des Wirbelsäulenabschnitts, wie Spondylophytenbildungen oder Wirbelkörperdeformierungen bestanden nicht, lediglich bei einem Patienten war eine geringe dorsale Höhenzunahme eines Zwischenwirbelraumes festzustellen.

Die Auswertung der röntgenologisch ermittelten Funktionswinkel ergab bei 2 Patienten geringfügige Zunahmen der sagittalen Beweglichkeit, bei 2 Patienten leichte Einschränkungen.

Froning (1968), der hierüber ebenfalls Untersuchungen anstellte, beschrieb bei den meisten seiner Patienten mit Laminektomien der Lendenwirbelsäule sowohl Einschränkungen der Anteflexion, als auch der Extension.

Das Geschlecht der Patienten und das Alter der Laminektomie schienen die beschriebenen Veränderungen nach unserer

Untersuchung nicht beeinflußt zu haben, ebensowenig wie die Ausdehnung der Laminektomie.

Im ganzen gesehen zeigte sich die Lendenwirbelsäule nach Laminektomien gegenüber dem durchgeführten Eingriff relativ stabil, vergleicht man sie mit den anderen Wirbelsäulenabschnitten. Da jedoch all unsere Patienten noch jüngeren Alters waren und noch eine unverbrauchte Wirbelsäule hatten, mag dies eine Erklärung sein.

Darüber hinaus war Naylor (1974) der Meinung, daß eine Laminektomie nur geringen Einfluß auf die Stabilität der Lendenwirbelsäule habe. Seien aber schon degenerative Bandscheibenveränderungen vorhanden mit mechanischen Instabilitäten, so könne eine Laminektomie genügen, um die Instabilität zu vergrößern und so zu weiteren Symptomen führen.

d.) Übergang Brust-Lendenwirbelsäule:

Laminektomien in diesem Übergangsbereich sind insofern von besonderem Interesse, als hier auf Grund anatomischer Besonderheiten, es treffen hier mit der Brustkyphose und Lendenlordose gegenläufige Krümmungen wie auch verschieden gebaute Wirbelkörper aufeinander, ein Locus minoris resistentiae zu erwarten ist.

Darüberhinaus sollen Laminektomien immer an Übergängen zwischen einem durch Rippen und Brustbein starren und einem beweglichen, nur durch Bänder und Muskeln fixierten Abschnitt der Wirbelsäule zur Abknickung führen (20).

Schon Eiselsberger (1930) berichtete über eine Gibbusbildung nach Laminektomie wegen eines Rückenmarkstumors in diesem Übergangsgebiet, wobei es zwischen Th_{12} und L_1 zur Abknickung der Wirbelsäule mit keilförmiger Deformierung der dazwischenliegenden Bandscheibe gekommen war.

Die bei unseren Patienten durchgeführten Untersuchungen ergaben in der Tat ebenfalls bemerkenswerte Ergebnisse. Schon äußerlich boten 4 der 5 Patienten sichtbare Fehlstellungen. Prüfungen des Finger-Boden-Abstandes sowie des Schober-Index ließen durchweg Einschränkungen der Anteflexion erkennen.

Mit Hilfe der röntgenologischen Messungen konnten diese Befunde weiter objektiviert werden. Dabei zeigte sich bei 3 Patienten eine meßbare Zunahme des Skoliosewinkels und zwar von 1^{o} auf 6^{o}, von 2^{o} auf 6^{o} und von 2^{o} auf 4^{o} im jeweilig laminektomierten Abschnitt.

Noch deutlicher fiel die Zunahme der Lordosewinkel auf, welche innerhalb der Nachbeobachtungszeit in 4 von 5 Fällen Zunahmen von 5^{o}, 7^{o}, 10^{o} und 11^{o} erfahren hatten.

Morphologische Veränderungen innerhalb der einzelnen Wirbelsegmente waren weniger charakteristisch ausgefallen. Lediglich bei einem Patienten war es zu massiven Deformierungen der entsprechenden Zwischenwirbelräume mit dorsalem Höhenverlust auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes gekommen, wobei ein Wirbelkörper ebenfalls eine dorsale Höheneinbuße aufzuweisen hatte. Zwei weitere Patienten hatten diskrete Spondylophyten.

Obwohl die beschriebenen Fehlstellungen offensichtlich sind, konnten glücklicherweise keine Komplikationen im Sinne neurologischer Ausfälle beobachtet werden. Vorhandene Beschwerden dieser Art sowie Kreuzschmerzen bestanden schon mindestens seit der Operation ohne daß eine Verschlechterung eingetreten war.

Die Auswertung der Funktionsaufnahmen ergab in allen 5 Fällen schwere Bewegungseinschränkungen der Ante- und Retroflexion. Vergleicht man die gemessenen Gesamtfunktionswinkel mit den von Bakke (1931) und Dittmar (1931) erstellten Normwerten, so wurden lediglich noch zwischen 20 % und 50 % der Norm erreicht. Im Extremfall handelte

es sich um einen 27-jährigen Patienten mit einer Laminektomie von Th_{12}-L_3, die 9 1/2 Jahre zuvor durchgeführt worden war. Statt eines geforderten Normwinkels von 49° konnten lediglich 10° gemessen werden. Es muß jedoch ergänzt werden, daß diese Bewegungseinschränkungen von den Patienten selbst nicht registriert worden waren, und der Funktionsverlust durch Iliosacral- und Hüftgelenke sowie den übrigen Wirbelsäulenabschnitten gut kompensiert wurde.

Eine überzeugende Erklärung für diese Funktionsminderung konnte nicht gefunden werden. Zwar wurden auch hier Spondylophyten und gewisse Veränderungen der Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben gefunden, als einzige Ursache für diese massiven Bewegungseinschränkungen dürften sie aber nicht in Frage kommen.

Hinsichtlich eines bestimmten Manifestationsalters, in dem Fehlstellungen auftraten, konnten keine Gesetzmäßigkeiten erkannt werden, da diese vom 27-Jährigen bis zur 61-Jährigen gleichermaßen zu sehen waren. Ebenso schien das Geschlecht keine Rolle zu spielen, da Männer und Frauen zu gleichen Teilen betroffen waren.

Von gewisser Bedeutung für den Schweregrad dieser Fehlstellungen könnte das Alter der Laminektomie sein. Der durchschnittliche postoperative Beobachtungszeitraum lag in dieser Gruppe bei 7,5 Jahren.

Weiterhin stellte Peyer (1975) fest, daß Fehlstellungen gerade am thorakolumbalen Übergang besonders häufig wären und die größte Progredienz aufzuweisen hätten. Als jährliche durchschnittliche Zunahme des Skoliosewinkels, ist es einmal zur Skoliose gekommen, ermittelte er 0,84°.

Auch hier wären weitere Winkelmessungen nach Ablauf von mehreren Jahren zur sicheren Beurteilung einer vermuteten Progredienz von großem Nutzen.

VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN:

Wie an Hand der vorliegenden Untersuchung gezeigt werden konnte, kommt es auch bei Erwachsenen nach Laminektomien zu Wirbelsäulenfehlstellungen und Bewegungseinschränkungen im laminektomierten Bereich. Diese traten bei unserem erwachsenen Patientengut unabhängig von Alter und Geschlecht auf.

Die in der Literatur des öfteren erwähnten neurologischen Komplikationen, zum Teil Para- und Tetraplegien, konnten bei keinem unserer Patienten sicher nachgewiesen werden.

Als Gründe für die Fehlstellungen müssen die bei der Laminektomie entfernten Wirbelbogen, Dorn- und Gelenkfortsätze sowie wichtige dorsale Ligamente angeführt werden. Eine muskuläre Imbalance trägt zum weiteren Stabilitätsverlust bei. Nun kann sich die Schwerkraft des Körpergewichts ungehindert auswirken und die schon vorhandenen Krümmungen weiter deformieren.

Die Kenntnis dieser Laminektomiefolgen muß nun die Fragen nach sich ziehen, wie diese rechtzeitig zu erkennen sind, ob ihnen wirksam vorgebeugt werden kann, ob und wie sie behandelt werden sollen.

Regelmäßige orthopädisch-neurologisch-radiologische Nachuntersuchungen bei Laminektomien schlagen Bette und Engelhardt (1955) vor, damit den von ihnen beschriebenen schweren neurologischen Folgeerscheinungen wirksam vorgebeugt werden könne.

Nach Carey (1965) sollte nach Laminektomien vor allem auf neurologische Verschlechterungen geachtet werden, welche ein signifikantes Risiko darstellten und größter Aufmerksamkeit bedürften.

Stabilisierende Maßnahmen, entweder sofort postoperativ oder während der Rehabilitation, hält Morgan (1971) bei

68 % aller Laminektomien für notwendig, wie er an Hand einer Nachuntersuchung von 230 Patienten feststellte.

Da eine Laminektomie mit Substanz- und Stabilitätsverlust gleichzusetzen ist, müßten Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, die auf eine Wiedergewinnung dieser Stabilität abzielen, ohne allerdings die schon so vorhandene Bewegungseinschränkung weiter zu vergrößern.

Verschiedene Autoren halten die Spondylodese für die Methode der Wahl,um der laminektomierten Wirbelsäule den nötigen Halt zurückzugeben (2, 5, 26).

Movshovich (1970) vertritt sogar die Auffassung, an jede Laminektomie müsse obligatorisch eine dorsale Spondylodese angeschlossen werden.

Bei Laminektomien der Halswirbelsäule werden oft auch Stützkrawatten angelegt, die zumindest im Anschluß an die Operation von Wert sein dürften.

Sim (1974) ist der Meinung, daß auch beim geringsten Verdacht auf eine Instabilität im Gefolge einer Laminektomie eine Stützkrawatte getragen werden müsse.

Positive Erfahrungen mit Stützkrawatten werden auch von anderen Verfassern mitgeteilt (24, 50).

Man läßt jedoch oft außer acht, daß durch die Immobilisation auch die entsprechende Muskulatur ruhig gestellt wird und somit geschwächt wird, und daß eine schwache Muskulatur weitere Fehlstellungen begünstigt. Deshalb sollte frühzeitig mit aktiven Maßnahmen, wie isometrischen Spannungsübungen, Gymnastik und Unterwassermassagen begonnen werden, um die langen Rückenstrecker zu festigen.

Da bei allen unseren Patienten schwerere neurologische Folgeerscheinungen nach der Laminektomie fehlten, muß eine obligatorische Versteifungsoperation abgelehnt wer-

den, da hierfür keine Indikation vorliegt. Bei zunehmenden Fehlstellungen, welche konservativ nicht beherrscht werden können, muß jedoch individuell entschieden werden, eine Spondylodese kann dann unumgänglich sein.

Sicherlich sollten laminektomierte Patienten aber regelmäßig und auf längere Zeit, am besten in ein- oder zweijährigen Abständen, nachuntersucht werden, damit potentielle Folgeerscheinungen rechtzeitig erkannt und angegangen werden können.

VII. ZUSAMMENFASSUNG:

Berichtet wird über 32 Patienten, die in den Jahren 1965-1972 auf der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen wegen Rückenmarkstumoren laminektomiert wurden. Es wurde untersucht, ob im Gefolge dieses Eingriffs Wirbelsäulenfehlstellungen mit möglichen neurologischen Ausfallserscheinungen auftreten. Dazu fand 1974 eine Nachuntersuchung statt, die Nachbeobachtungszeit betrug somit 2-9 Jahre.

Die Patienten wurden nach ihren Beschwerden gefragt und orthopädisch, neurologisch und radiologisch untersucht. Röntgenologisch gemessene Kyphose-, Lordose- und Skoliosewinkel der laminektomierten Wirbelsäulenabschnitte wurden mit den präoperativen verglichen. Funktionswinkel wurden der Literatur entnommenen Normwerten gegenübergestellt.

Die Untersuchungen ergaben, daß Laminektomien der Halswirbelsäule vor allem zu sagittalen Fehlstellungen führen. In einem Falle hatte sich eine postoperative Kyphose mit einer Winkelzunahme von 21° ausgebildet. Skoliosen wurden in geringeren Ausmaßen ebenfalls beobachtet. Weiterhin kam es, auf Grund statischer Insuffizienzen, zu reaktiven Spondylophytenbildungen, welche die Bewegungsfähigkeit drastisch einschränkten. Neuromuskuläre Ausfälle traten nicht in Erscheinung.

An der Brustwirbelsäule beobachtete man ebenfalls in der Hauptsache Zunahmen der Kyphosen. In über 50 % der Fälle sah man Winkelvergrößerungen zwischen 5° und 18°. Skoliosen traten hier etwas häufiger auf, bei 25 % hatten die Skoliosewinkel zwischen 5° und 10° zugenommen. Die Hälfte der Patienten hatte Deformierungen der Zwischenwirbelräume und segmentale Fehlstellungen einzelner Wirbelkörper. Obwohl es auch hier in vielen Fällen zu Spondylophytenneubildungen gekommen war, konnten keine Einschränkungen der Gesamt-

funktionswinkel festgestellt werden. Als Grund wurde die spezielle Anatomie der Brustwirbelsäule, insbesondere das Fehlen der die Retroflexion hemmenden Dornfortsätze angesehen.

Kaum Veränderungen zeigte die Lendenwirbelsäule. Bis auf einen Fall, eine beginnende Kyphosierung, fanden sich keine Fehlstellungen. Spondylophyten sowie Veränderungen der Zwischenwirbelräume oder Wirbelkörper traten gleichfalls nicht in Erscheinung.

Laminektomien des Brust-Lendenwirbelsäulen-Übergangs hingegen zeigten wieder deutliche reaktive Veränderungen. Fast alle Patienten hatten sagittale Fehlstellungen sowie eindeutige Skoliosebildungen aufzuweisen. Deformierungen der Zwischenwirbelräume und Spondylophyten wurden ebenfalls gesehen, jedoch nicht in dem Maße wie an der Hals- oder Brustwirbelsäule. Dennoch fanden sich in diesem Abschnitt die größten Bewegungseinschränkungen überhaupt. Die Gesamtfunktionswinkel erreichten lediglich noch 20-50 % der Norm.

Als Hauptursache dieser Fehlstellungen sahen wir statische Insuffizienzen an, welche vor allem durch die laminektomiebedingte Fortnahme des dorsalen Bandapparates wirksam werden. Unter der Last des Körpergewichts kommt es an den aufgeführten Wirbelsäulenabschnitten zu den geschilderten, mehr oder weniger stark ausgeprägten, pathologischen Krümmungen. Eine Schwäche der paravertebralen Muskulatur sowie schon zuvor vorhandene degenerative Erscheinungen tragen zur weiteren Verschlechterung bei.

So offensichtlich diese Fehlstellungen auch waren, kam es doch bei keinem der 32 Patienten zu Rückenmarksschädigungen oder Wurzelirritationen. Es wurde weiterhin untersucht, ob andere Faktoren, wie Geschlecht, Alter des Patienten, Alter und Ausdehnung der Laminektomie von Einfluß auf diese Wirbelsäulenveränderungen sein könnten. Bis auf gewisse

Hinweise, insofern als bei älteren Patienten sowie einer längeren Nachbeobachtungszeit mehr Fehlstellungen gesehen wurden, konnten keine sicheren Zusammenhänge gesehen werden.

Da doch auch bei einigen unserer Patienten erhebliche Fehlstellungen aufgetreten waren und in der Literatur von zum Teil schweren Verkrümmungen berichtet wird, sollten zumindest regelmäßige Kontrolluntersuchungen über viele Jahre erfolgen, damit solche Fälle rechtzeitig einer geeigneten Therapie zugeführt werden können.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALLBROOK, D.: Movements of the lumbar spinal column.
J. of Bone and Joint Surgery, 39-B,
339-345 (1957)

2. BAILEY, R.W., BADGLEY, C.E.: Stabilisation of the cervical spine by anterior fusion.
J. of Bone and Joint Surgery, 42-A,
565-594 (1960)

3. BAILEY, R.W., KINGSLEY, T.C.: Dislocation of the cervical spine following laminectomy.
J. of Bone and Joint Surgery, 51-A,
1029 (1969)

4. BAKKE, S.N.: Röntgenologische Beobachtungen über die Bewegungen der Wirbelsäule.
Acta Radiologica Suppl. XIII, 1-75 (1931)

5. BARR, J.S., MIXTER, W.J.: Posterior protrusion of the lumbar intervertebral disks.
J. of Bone and Joint Surgery, 23, 444
(1941)

6. BETTE, H., ENGELHARDT, H.: Folgezustände von Laminektomie an der Halswirbelsäule.
Zeitschr. f. Orthopädie, 85, 564-573 (1955)

7. BRAUN, W.: Handbuch der Neurologie
Berlin: Julius Springer Verlag

8. BUETTI-BÄUML, C.: Funktionelle Röntgendiagnostik der Halswirbelsäule
Stuttgart: Thieme-Verlag 1954

9. CAREY, P.D.: Neurosurgery and paraplegia.
Rehabilitation, 1, 27-29 (1965)

10. CATTELL, H.S., CLARK, G.L.: Cervical kyphosis and instability following multiple laminectomies in children.
J. of Bone and Joint Surgery, 49-A, 713-720 (1967)

11. COBB, J.R.: Outline for the study of scoliosis.
American Acad. Orthop. Surgery, 5, 261 (1948)

12. COLLINS, D.K., PONSETI, J.V.: Long term follow-up of patients with idiopathic scoliosis.
J. of Bone and Joint Surgery, 51-A, 425 (1969)

13. DIHLMANN, W.: Gelenke-Wirbelverbindungen. In GLAUNER,R.: Röntgen III. Stuttgart: Thieme-Verlag 1973

14. DITTMAR, O.: Röntgenstudien zur Mechanologie der Wirbelsäule.
Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, 55, 321-351 (1931)

15. DUBOUSSET, J., GUILLAUMAT, M., MECHIN, J.F.: Kyphoscoliosis following laminectomy in children.
Reunion commune. Groupe d'etude de la scoliose. Communications. 179-182 (1973)

16. EDELMANN, P.: Untersuchungstechnik der Skoliose.
Zeitschr. f. Orthopädie, 113, 554-557 (1975)

17. EISELSBERG, I.: Über eine bemerkenswerte Gestaltsveränderung der Wirbelsäule nach einer ausgedehnten Laminektomie wegen Rückenmarkstumor.
Arch. f. orth. Chirurgie, 28, 132 (1930)

18. EXNER, G.: Kleine Orthopädie. 8. Auflage.
Stuttgart: Thieme-Verlag 1973

19. FRONING, E.C., FROHMAN, B.: Motion of the lumbosacral spine after laminectomy and spine fusion.
J. of Bone and Joint Surgery, 50-A, 897 (1968)

20. GOLD, E.: Die Chirurgie der Wirbelsäule.
Neue Deutsche Chirurgie, 54, 86-89 (1933)

21. GÜNTZ, E.: Die Kyphose im Jugendalter. In JUNGHANNS, H.: Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis,Bd.II
Stuttgart: Hippokrates-Verlag 1957

22. HEINE, J., REHER, H.: Die Progredienz der unbehandelten idiopathischen Skoliose bis zum Wachstumsabschluß.
Zeitschr. f. Orthopädie, 113, 87-96 (1975)

23. JACKSON, R.K.: The long term effects of wide laminectomy for lumbar disk excision. A review of 130 patients.
J. of Bone and Joint Surgery, 53-B, 609-616 (1971)

24. JAEGER, F.: Chirurgie der Wirbelsäule und des Rückenmarks.
Stuttgart: Thieme-Verlag 1959

25. JAMES, J.I.P.: Idiopathic scoliosis: The prognosis, diagnosis, and operative indications related to curve patterns and the age of onset.
J. of Bone and Joint Surgery, 36-B, 36 (1954)

26. JAMES, J.I.P.: Scoliosis. Second edition
Edinburgh, London, New York: Churchill Livingstone 1976

27. JENKINS, D.H.R.: Extensive cervical laminectomy. Long term results.
British Journal of Surgery, 60, 852-854 (1973)

28. JUNGHANNS, H.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. 5. Aufl.
Stuttgart: Thieme-Verlag 1968

29. KEIM, H.A., REINA, E.G.: Osteoid-Osteoma as a cause of scoliosis.
J. of Bone and Joint Surgery, 57-A, 159-163 (1975)

30. KELLY, R.E., WHITESIDES, T.E.: Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations.
Am. Surg. 167, 705 (1968)

31. KHARITONOVA, K.I.: Ortopedicheskie posledstviia laminektomii.
Ortopedija, travmatologija i protezirovanie, 11, 32-36 (1974)

32. KIRSCHNER, M.: Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre. Bd. III
Berlin: Julius Springer-Verlag 1935

33. LERICHE, R.: Abwärtsgleiten der Halswirbelsäule nach Laminektomie.
Bull. soc. nat. Chir. Paris, 54, 671 (1928)

34. MACLELLAN, D.I., WILSON, F.C.: Osteoid-osteoma of the spine. A review of the literature and report of six new cases.
J. of Bone and Joint Surgery, 49-A, 111-121 (1967)

35. MORGAN, T.H., et al.: The results of laminectomy in patients with incomplete spinal cord injuries.
Paraplegia, 9, 14-23 (1971)

36. MOVSHOVICH, I.A.: Impairment of spinal stability after extensive laminectomy.
Ortop. Travmatol. Protez., 31, 44-46 (1970)

37. NAYLOR, A.: Late results of laminectomy for lumbar disk prolapse. A review after ten to twenty-five years.
J. of Bone and Joint Surgery, 56-B, 17-29 (1974)

38. OLSSON, O.: Roentgendiagnostic points of view on spinal tumors in children.
Acta Radiol. 29, 280 (1948)

39. PARSCH, K., PAESLACK, V.: Spätfolgen der Laminektomie bei Luxationsfrakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule mit Querschnittslähmung.
Zeitschr. f. Orthopädie, 112, 928-930 (;974)

40. PEYER, J.: Die Skoliose beim Erwachsenen.
Zeitschr. f. Orthopädie, 113, 577-582 (1975)

41. PONSETI, J.V., FRIEDMAN, B.: Prognosis in idiopathic scoliosis.
J. of Bone and Joint Surgery, 32-A, 381 (1950)

42. RAUE, V.I., SAUER, I., JAHN, K., RIES, W.: Zum Einfluß des Übergewichts auf die Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungssystems von Frauen.
Zeitschr. f. ges. Innere Medizin, 30, 494-498 (1975)

43. RETTIG, H., OEST, O., EICHLER, J.: Wirbelsäulenfibel, 2. Aufl.
Stuttgart: Thieme-Verlag 1974

44. ROHEN, W.J.: Topographische Anatomie. Kurzlehrbuch für Studierende. 5. verbesserte Aufl.
Stuttgart: F.K. Schattauer-Verlag 1975

45. SABANAS, A.O., BICKEL, W.H., MOE, J.H.: Natural history of osteoid-osteoma of the spine. Review of the literature and report of three cases.
Am. J. Surg. 91, 880-889 (1956)

46. SCHEIER, H.J.: Überblick über die verschiedenen Skoliose-formen nach ätiologischen Gesichtspunkten mit prognostischen Hinweisen.
Zeitschr. f. Orthopädie, 113, 558-560 (1975)

47. SIM, F.H., et al.: Swan-neck deformity following extensive cervical laminectomy. A review of 21 cases.
J. of Bone and Joint Surgery, 56-A, 564-580 (1974)

48. SIMMONS, E.H.: The association of scoliosis with syringomyelia and spinal cord tumors.
J. of Bone and Joint Surgery, 55-A, 440 (;973)

49. SMITH, G.W., ROBINSON, R.A.: The treatment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disk and interbody fusion.
J. of Bone and Joint Surgery, 40-A, 607-624 (1958)

50. TACHDJIAN, M.O., MATSON, D.D.: Orthopaedic aspects of intraspinal tumors in infants and children.
J. of Bone and Joint Surgery, 47-A, 223-248 (1965)

51. TAILLARD, W.: L'étiologie du spondylolisthesis.
Société Francaise de Chirurgie orthopédique et Traumatologique.
XLV Reunion Annuelle, 90-98 (1970)

52. WAGENHÄUSER, F.J.: Das Problem der Haltung.
Der Orthopäde, 2, 128-139 (1973)

53. WEJSFLOG, A.: Scoliosis in the course of paresis or paralysis caused by spinal cord tumors.
Chirg. Narzadow Ruchu Orthop. Pol., 36, 65-69 (1971)

54. WALDEYER, A.: Anatomie des Menschen, Band I, 6. Aufl.
Berlin: Walter De Gruyter Verlag 1969

L e b e n s l a u f

Am 8. 6. 1949 wurde ich, Andreas Paul Heinrich Frank, als Sohn des Facharztes für Innere Krankheiten, Dr. med. Heinz Frank und seiner Ehefrau Maria, geborene Kuczka, in Tübingen geboren. Ab 1956 Besuch der Volksschule in Balingen. 1960 Eintritt ins Gymnasium Ebingen, wo ich im Jahre 1968 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1968/69 zuerst Beginn des Biologiestudiums, ab dem Wintersemester 1970/71 Studium der Medizin an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Nach der naturwissenschaftlichen Vorprüfung im September 1971 und der ärztlichen Vorprüfung im März 1973 bestand ich am 7. Juli 1976 die ärztliche Prüfung. Ebenfalls im Juli 1976 schloß ich die Ehe mit Elisabeth Ritter.

Ab Oktober 1976 Ableistung der Medizinalassistentenzeit an der Medizinischen Poliklinik und der Medizinischen Klinik Tübingen, ab Juni 1977 auf der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Böblingen.

Sprint-Druck GmbH
7000 Stuttgart 30
Wiener Str. 117
Tel. 0711/81 26 69

Sprint-Druck GmbH
7000 Stuttgart 30
Wiener Str. 117
Tel. 0711/81 26 69